தாவர செல்களில் அண்மைக்கால
ஆய்வுகள் கோவிந்தராஜுலு

த. பா. நி. (க.வெ.) வரிசை எண் — 446

தாவர செல்களில் அண்மைக்கால ஆய்வுகள்

ஆசிரியர்
டாக்டர் எ. கோவிந்தராஜுலு,
தாவரவியல் இணைப் பேராசிரியர்,
மாநிலக் கல்லூரி,
சென்னை.

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

First Edition—May, 1973

T.N.T.B.S. (C.P.) No. 446

RECENT ADVANCES IN PLANT CELLS

Dr. E. GOVINDARAJULU

Price Rs. 5-15

'Published by the Tamil Nadu Text Book Society under the Centrally Sponsored Scheme of Production of books and literature in regional languages at the University level, of the Government of India in the Ministry of Education and Social Welfare (Department of Culture), New Delhi.'

Printed by
KUMARAN PRESS,
298, Mint Street,
Madras-1.

அணிந்துரை

திரு. இரா. நெடுஞ்செழியன்
(தமிழகக் கல்வி-உள்ளாட்சித் துறை அமைச்சர்)

தமிழைக் கல்லூரிக் கல்வி மொழியாக ஆக்கிப் பன்னிரண்டாண்டுகள் ஆகிவிட்டன. குறிப்பிட்ட சில கல்லூரிகளில் பி.ஏ. வகுப்பு மாணவர்கள் தங்கள் பாடங்கள் அனைத்தையும் தமிழிலேயே கற்றுவந்தனர். 1968ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் புகுமுக வகுப்பிலும் (P.U.C.), 1969ஆம் ஆண்டிலிருந்து பட்டப்படிப்பு வகுப்புகளிலும் அறிவியல் பாடங்களையும் தமிழிலேயே கற்பிக்க ஏற்பாடு செய்துள்ளோம். தமிழிலேயே கற்பிப்போம் என முன்வந்துள்ள கல்லூரி ஆசிரியர்களின் ஊக்கம், பிற பல துறைகளிலும் தொண்டு செய்வோர் இதற்கெனத் தந்த உழைப்பு, தங்கள் சிறப்புத் துறைகளில் நூல்கள் எழுதித் தர முன்வந்த நூலாசிரியர்கள் தொண்டுணர்ச்சி இவற்றின் காரணமாக இத் திட்டம் நம்மிடையே மகிழ்ச்சியும் மனநிறைவும் தரத்தக்க வகையில் நடைபெற்று வருகிறது. இவ்வகையில், கல்லூரிப் பேராசிரியர்கள் கலை, அறிவியல் பாடங்களை மாணவர்க்குத் தமிழிலேயே பயிற்றுவிப்பதற்குத் தேவையான பயிற்சியைப் பெறுவதற்கு மதுரைப் பல்கலைக்கழகம் ஆண்டுதோறும் எடுத்துவரும் பெருமுயற்சியைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்ல வேண்டும்.

பல துறைகளில் பணிபுரியும் பேராசிரியர்கள் எத்தனையோ நெருக்கடிகளுக்கிடையே குறுகிய காலத்தில் அரிய முறையில் நூல்கள் எழுதித் தந்துள்ளனர்.

வரலாறு, அரசியல், உளவியல், பொருளாதாரம், தத்துவம், புவியியல், புவியமைப்பியல், மனையியல், கணிதம், இயற்பியல், வேதியியல், உயிரியல், வானியல், புள்ளியியல், விலங்கியல், தாவரவியல், பொறியியல் ஆகிய எல்லாத் துறைகளிலும் தனி நூல்கள், மொழிபெயர்ப்பு நூல்கள் என்ற இரு வகையிலும் தமிழ்நாட்டுப் பாட நூல் நிறுவனம் வெளியிட்டு வருகிறது.

இவற்றுள் ஒன்றான 'தாவர செல்களில் அண்மைக்கால ஆய்வுகள்' என்ற இந் நூல் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனத்தின் 446ஆவது வெளியீடாகும். கல்லூரித் தமிழ்க் குழுவின் சார்பில் வெளியான 35 நூல்களையும் சேர்த்து இதுவரை 481 நூல்கள் வெளிவந்துள்ளன. இந் நூல் மைய அரசு கல்வி, சமூக நல அமைச்சகத்தின் மாநில மொழியில் பல்கலைக்கழக நூல்கள் வெளியிடும் திட்டத்தின்கீழ் வெளியிடப்படுகிறது.

உழைப்பின் வாரா உறுதிகள் இல்லை; ஆதலின், உழைத்து வெற்றி காண்போம். தமிழைப் பயிலும் மாணவர்கள் உலக மாணவர்களிடையே சிறந்த இடம் பெறவேண்டும். அதுவே தமிழன்னையின் குறிக்கோளுமாகும். தமிழ்நாட்டுப் பல்கலைக் கழகங்களின் பல்வகை உதவிகளுக்கும் ஒத்துழைப்புக்கும் நம் மனம் கலந்த நன்றி உரியதாகுக.

இரா. நெடுஞ்செழியன்

முகவுரை

இந் நூலின் தலைப்பு வேருகக் கொடுக்கப்பட்டிருந்தாலும், இது எல்லோருக்கும் ஏற்கெனவே நன்கு அறிமுகமான 'ஸெல்லியலின்' (Cytology) பாற்பட்டதாகும். இருந்தபோதிலும் இந் நூலைக் குறித்து ஒருசில வார்த்தைகள் கூறவேண்டிய அவசியமும் ஏற்படு கின்றது. இதில் கொடுக்கப்பட்டிருக்கின்ற அத்தியாயங்களின் தலைப்புகளும் அவைகளின்கீழ் விவரிக்கப்பட்டிருக்கின்ற விபரங் களும், கடந்த சில ஆண்டுகளாக நடத்தப்பட்டு வருகின்ற ஆராய்ச்சிகளின் முடிவுகளாகும். இவ்வாருகக் கிடைக்கப்பெற்ற கருத்துகள், ஒரு வகையில் நாம் இதுகாறும் அறிந்துகொண்ட உண்மைகள் சிலவற்றைத் திருத்தி அமைத்துக் கொள்ளவும், மற்றொரு வகையில் இதுவரை தெரிந்துகொள்ளமுடியாத சில புதிய உண்மைகள் ஏற்பட்டு இருப்பதையும், ஏற்றுக்கொள்ள வேண்டி யதையும் இந்நூலைப் படிப்போருக்கு நன்கு விளக்குமென்று நினைக் கின்றேன். இந்த வியக்கத்தக்க அளவிற்கு ஸெல்லியலில் ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கின்ற மாற்றங்களுக்கு முக்கிய காரணம் புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுக் கையாளப்பட்டு வருகின்ற விலை உயர்ந்த எலெக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பும், விடாமுயற்சியுடன் செயல்படுகின்ற அறிவியல் விற்பன்னர்களின் ஆர்வமுமாகும் என்று கூறலாம். ஆனல், இதுவரையிலும் ஸெல்லியலின் வாயிலாக அறியப்பட்ட கருத்துகளெல்லாம் ஒளி மைக்ராஸ் கோப்பினுதவியைக்கொண்டு ஆராய்ந்து உறுதிப்படுத்தப்பட்டவை களாகும். இது ஒரு புறமிருக்க, தற்காலத்திய கருத்துகளையும் கோட்பாடுகளையும் மட்டும் நல்லதொரு சிறந்த முறையில் விளக்க வேண்டிய நிலை ஏற்பட்டதன்பேரிலும், விளக்கின் விரிவடையும் என்ற காரணத்தினுலும், இங்குப் பழைய கருத்துகளெல்லாம் எடுத்துக் கூறப்படவில்லை. ஆனல், இதைப் படிப்போருக்கு, முந்திய ஸெல்லியலிற்கும் இன்றைய ஸெல்லியலிற்கு மிடையே ஏற்பட்டிருக் கின்ற இடைவெளி எத்தகையது, எந்த அளவினது என்பது நன்கு புலப்படும் என்று கருதுகின்றேன். இந்த இடைவெளி மேன் மேலும் விரிவடைவதற்கான வாய்ப்புகளும், போக்குகளும், முன்னேற்றங்களும் பல ஏற்பட்டுக்கொண்டிருக்கின்ற நிலையில்

சிந்திக்கும்பொழுது, இதே ஸெல்லியல் நாளடைவில் வளர்ந்து முற்றிலும் புதியதோர் அறிவியல் பாடமாக மாறக்கூடும் என்று கருதுவதில் தவறு ஒன்றுமில்லை. இந்த உண்மை ஏனைய அறிவியல் பாடங்களுக்கும் பொருந்தும்.

இந் நூலில் வருகின்ற பெரும்பாலான படங்கள் ஆசிரியர் எலெக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப் மூலம் ஆராய்ந்து சொந்த முறையில் வரைவதற்கான வாய்ப்புகளில்லாத காரணத்தினால், ஏற்கெனவே வெளியான படங்களைத் தழுவி, மாற்றங்களுடன் அவைகள் இங்குக் கொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன.*

இந் நூலில் உயிரினங்களின் பெயர்களெல்லாம் லத்தீன் மொழியிலோ அல்லது லத்தீன் மொழிமயமாக்கப்பட்டவைகளாகவோ இருக்கின்ற காரணத்தினால், அவைகளின் உச்சரிப்புகள் லத்தீன் மொழி உச்சரிப்புடன் கொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இந்த முறை ஒருவேளை புதிதாகவும் ஆச்சரியத்தை விளைவிக்கக் கூடியதாகவுமிருக்கலாம். ஆனால், இந்த முறை மொழி அடிப்படையில் பார்க்கப்போனால் சரியானதாக மட்டும் இருப்பதோடல்லாமல், உலகத்தின் ஏனைய பகுதிகளிலும் இது கையாளப்பட்டு வருகின்றது என்பதையும் உணர்த்தும்.

ஆசிரியன்.

* இதன் காரணமாக, படங்களின் அளவும் குறிப்பிடப்படவில்லை.

பொருளடக்கம்

பக்கம்

பக்கம்

1. உயிரின இரசாயனச் செல்லியல் முறைகள்

(Methods of Biochemical Cytology)

பதினைரும் நூற்ருண்டின் தொடக்கத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ஒரு வகையான உருப்பெருக்கி, நாளடைவில் மேன்மேலும் சீரடைந்து, பிற்காலத்திலும், இன்றும் சாதாரணமாக எல்லாப் பரிசோதனைக் கூடங்களிலும் பயன்படுத்தப்பட்டு வரும் ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பாக விரிவடைந்தது என்று வரலாற்றின் வாயிலாக அறிகின்ருேம். ஆராய்ந்து அறியப்படவேண்டிய உறுப்புகள், திசுக்கள், செல்கள் முதலியவற்றை எந்தெந்த வகைகளில், பக்குவப்படுத்தி, தயார்செய்து பார்க்கவேண்டிய செய்முறைகளும் (techniques) ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பியல் (light microscopy) உடன் கூடவே வளர்ந்துகொண்டு வந்திருக்கின்றன. ஆராயப்பட வேண்டிய பொருள்களைப் பக்குவப்படுத்துதல் முக்கியமானதாகவும், தேவையானதாகவும் அமைந்து ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பியலின் ஒரு தவிர்க்கமுடியாத அம்சமாக இருந்து வருகின்றது. இதற்கான பல முறைகளும், வெவ்வேறு வழிகளும் (methods) அப்பொழுதுக்கப்பொழுது தேவைக்கேற்பவும், ஒரு முறையைக் காட்டிலும் மற்ருெரு மேம்பட்ட முறையைக் கண்டுபிடித்தலிலும் முயற்சிகள் எடுக்கப்பட்டு வருகின்றன. மேலும், கூடுமான வரையில், ஓரளவிற்கு, ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பியலில் பயன்படக் கூடிய அளவிற்கு வளர்ந்து வந்திருப்பதை நாம் நடைமுறையில் காண்கின்ருேம். இந்த வகையில் பார்க்கப்போனல், இதற்கென மூன்று அடிப்படை வழிகள் இருக்கின்றன. அவையாவன:

(1) நிலைநிறுத்துச்செய்தல் (Fixing): உயிருள்ள உறுப்புகளையோ திசுக்களையோ தேவைக்குத் தக்கவாறு சிறு சிறு கூறுகளாகப் பிரித்தும், ஆராயப்படவேண்டிய நோக்கத்திற்குத் தக்கவாறும், வெவ்வேறு இரசாயனப் பொருள்களைக்கொண்டு

தயாரிக்கப்பட்ட திரவத்தில் உடனடியாக மூழ்கச் செய்தலே இவ் வழியின் நோக்கமாகும். இதனுல், உயிருள்ள செல்களிலும் திசுக்களிலும் உள்ள நிலைகள் கூடுமானவரையில் அப்படியே நிலைத்திருக்கச் செய்யமுடிகின்றது.

(2) **பொருத்துதல்** (Embedding) : மேற்கூறப்பட்ட முறையில் நிலைத்திருக்கச் செய்யப்பட்ட கூறுகளைத் திரவத்திலிருந்து கழுவிய பிறகு, திசுக்களிலுள்ள நீரை அகற்றித் (dehydration) தெளிவுப்படுத்தி (clearing) இறுதியாக, தகுந்த ஒரு கடினமான பொருளில் [சாதாரணமாகப் பாரஃபின் மெழுகு (paraffin wax) பயன்படுத்தப்படுகின்றது] பொருத்தி வைக்கவேண்டும்.

(3) **சாயமூட்டுதல்** (Staining) : திசுக் கூறுகளை மெல்லிய துண்டுகளாக (sections) வெட்டியெடுப்பதற்குச் சுழலும் மைக்ரோடோம் (rotary microtome) என்று வழங்கப்படுகின்ற இயந்திரம் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இதன் உதவியினுல், வெட்டியெடுக்கப் பட்ட துண்டுகள் நோக்கத்திற்குத் தகுந்தவாறு சாயங்களினுல் சாயமூட்டப்படுகின்றன. இந்த முறைக்குச் சாயமூட்டுதல் என்று பெயர். மெல்லிய துண்டுகளாக வெட்டியெடுப்பதற்கு மற்ருெரு இயந்திரமும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இதற்கு ஸ்லெட்ஜ் மைக்ரோடோம் (sledge microtome) என்று பெயர். ஆனுல், இந்த இயந்திரத்தைச் சாதாரணமாக, கடினமான கட்டைத் துண்டுகளிலிருந்து செக்ஷன்கள் எடுப்பதற்குப் பயன்படுத்துகிருர்கள். மேலே சுருக்கமாக விவரிக்கப்பட்ட வழிகளில், தயாரிக்கப் பட்டவை ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பினுதவியைக் கொண்டு ஆராய்ச்சிகள் நடத்தப்படுகின்றன. இருந்தபோதிலும், ஒளி மைக்ராஸ்கோப்புகளுக்கும், அவற்றைப் பயன்படுத்திய ஆராய்ச் சிக்கான முறைகளும் வழிகளும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கும், வரையறைக்கும் உட்பட்டுத்தான் விஞ்ஞான அறிவு வளர இதுகாறும் உதவிபுரிந்திருக்கின்றன. இவற்றிற்கெல்லாம் ஒருவகையில் முற்றுப்புள்ளி வைத்தாற்போன்ற நிலை ஏற்பட்டிருப்பதற்கு முக்கியக் காரணம், இந்த இருபதாம் நூற்ருண்டின் தொடக்கத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட புது இயந்திரங்களும் முறைகளும், அவற்றை மும்முரமாகப் பயன்படுத்துகின்ற முயற்சிகளுமாகும். மேலும், அவற்றினுல் அப்பொழுதுக்கப்பொழுது வெளியிடப்படுகின்ற மேம் பட்ட கருத்துகளும், உண்மைகளுமாகும். உண்மையில் பார்க்கப் போனுல், இந்த நூற்ருண்டின் புதுச் சாதனங்களின்மூலம் வெளியிடப்பட்ட புதுக் கருத்துகளும், முடிவுகளும், விளக்கங்களும், குறிப்பாகச் செல்லியலிலும், (ytology) அதன் அடிப்படையில் அமைந் திருக்கின்ற வாழ்வியலிலும் (Physiology) வளர்ந்து விரிவடைக்

திருக்கின்ற இந்தநிலை வியப்பையும் உற்சாகத்தையும் ஊட்டக் கூடியதாக இருப்பது ஒரு புறமிருக்க, எளிதில் விளக்கமுடியாத புது வகையான நுண் அங்கங்களையும், அவற்றின் செயல்களையும் மேலும் விளக்கப்பட வேண்டிய நிலை இன்னும் தொடர்ந்து கொண்டிருக்கின்றது. ஆனால், இப் பேருண்மைகளைக் குறித்துத் தெரிந்துகொள்ளக் கூடிய காலம் வெகுதூர மில்லை என்று கூறலாம். சுருங்கக் கூறின், இவற்றையெல்லாம் சீர்தூக்கிச் சிந்தித்துப் பார்க்கும்பொழுது, செல்லியலிலும், வாழ்வியலிலும் வியக்கத்தக்க அளவிற்கு வெகுவேகமாகப் புரட்சிகரமான மாற்றங்கள் ஏற்பட்டுக்கொண்டு வருகின்ற உண்மை இந்த நூலைப் படித்துப் பயன்படுத்துபவர்களுக்கு நன்கு விளங்கும். இந்த அளவிற்குச் செல்லியலும் வாழ்வியலும் முன்னேற்றமும் முற்போக்கு வளர்ச்சியும் அடைந்திருப்பதற்குக் காரணமாக இருக்கின்ற இயந்திர சாதனங்களைக் குறித்தும், முறைகள் வழிவகைகளைக் குறித்தும் ஓரளவு தெரிந்து கொள்ளவேண்டிய அவசியமிருப்பதால் அவை இங்கு விவரிக்கப்படுகின்றன.

(1) எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப். 'எமை' (Electron microscope : 'EM') இதன் ஒவ்வொன்றின் விலை எல்லா ஆய்வுக் கூடங்களிலும் வைத்துக்கொள்ள முடியாத அளவிற்கு மிக அதிகமாக இருப்பதால், நம் நாட்டைப் பொறுத்தமட்டில் இது 5 அல்லது 6 இடங்களில்தான் இப்பொழுது இருக்கின்றது. இது, நுண் அங்கங்களைப் பல ஆயிரம் மடங்குகள் பெரிதுபடுத்திக் காட்ட வல்லது. இதன் சக்தியை ஒளி மைக்ராஸ்கோப்புடன் ஒப்பிட்டுப் பார்ப்போமானால், அது 1000 – 1800 (2000) மடங்கு பெரிது படுத்திக் காட்டக்கூடும். ஆதலால், ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பின் சக்தி மிகமிகக் குறைவு. இதன் காரணமாகச் செல்லின் நுண் அங்கங்கள் கண்ணுக்குப் புலப்படாமலும் போய்விடுகின்றது. சில ஆண்டுகளுக்கு முன்பு வேறு ஒரு வகையான எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இதற்கு ஸ்கான்னிங் எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப் ; 'ஸ் எமை' (scanning electron microscope; SEM) என்று பெயர். இது சாதாரண எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பைவிடச் சில வழிகளில் மேலானதாகக் கருதப் படுகின்றது.

(2) ஃபேஸ் கான்ட்ராஸ்ட் மைக்ராஸ்கோப் (Phase contrast microscope).

(3) போலரைஸிங் மைக்ராஸ்கோப் (Polarizing microscope): இவை உயிருள்ள நிலையில் செல்களை ஆராய்ந்து விரிவாகத் தெரிந்துகொள்வதற்குப் பயன்படுகின்றன.

(4) செல்லியல் இரசாயன முறைகள் (Cytochemical techniques).

(5) செல்களைத் தனித்தனியாகப் பிரிவுபடுத்தியும், நுண் அங்கங்கள் ஏனைய உட்பொருள்கள் முதலியவற்றைத் தேர்ந்தெடுத்தும் செல்லியல் இரசாயன முறைகளைக்கொண்டு ஆராய்தலாகும். இந்த முறைக்குச் செல் தனிப்படுத்துதல் அல்லது கூறுபடுத்துதல் (cell fractionation) என்று பெயர்.

(6) ஆட்டோரேடியோகிராஃபி (Autoradiography).

இப்பொழுது மேலே கூறப்பட்டவற்றைக் குறித்து ஒன்றன் பின்னொன்றாக விரிவாகத் தெரிந்துகொள்வோம்.

(1) எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பியல் (Electron Microscopy) : எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப் சுமார் 1940 ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு, மிக அதிக அளவில் தற்காலத்தில் உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றது. இதற்கும் ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பிற்கும் ஒரு சில முக்கியமான அடிப்படை வேறுபாடுகளுண்டு. ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பில் ஒளிக்கதிர்களைப் பயன்படுத்துகின்றோம். ஆனால், இதில் அவற்றிற்குப் பதிலாக எலக்ட்ரான்கள் உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. (இதுவே இதற்கு இப் பெயர் வரக் காரணமாயிருக்கிறது.) மேலும், ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பில் சாதாரணக் கண்ணாடி, லென்ஸ் (lens) வகைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஆனால், எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பில் அவற்றிற்குப் பதிலாக, காந்த (magnetic) அல்லது எலக்ட்ரோஸ்டாடிக் லென்ஸ்களைப் (electrostatic lens) பயன்படுத்துகின்றார்கள். இதன் காரணமாக, எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப் நுண் அங்கங்களை 100,000 மடங்கோ அதற்கும் மேலாகவோ பெரிதுபடுத்திக் காட்டுகின்றது. இந்த அளவிற்குப் பெரிதாக்கப் படுகின்ற உருவம் (image) டெலிவிஷன் திரைபோன்ற (television screen) ஃபுளோரேஸென்ட் திரையிலும் (flourescent screen), நிழலுருவத் தட்டுகளிலும் (photograpic plates) எடுக்கப்படுகின்றது. ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பில் சிறிதளவும் புலப்படாத உயிரினஞ் சம்பந்தப்பட்டதும் 10—100A° அளவிற்குட்பட்டதுமான பெரிய பரமாணுக்களைக் (macromolecules) கூட இதன்மூலம் நன்கு பார்க்க முடிகின்றது. உதாரணமாக 20A° குறுக்களவைப் பெற்றுள்ள டிநாஅ (DNA) பரமாணுக்கள், 50—100A° குறுக்களவைப் பெற்றுள்ள பல வகையான புரதப் பரமாணுக்கள் முதலியவற்றைக் கூறலாம்.

எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பினுதவியைக் கொண்டு ஆராய்வதற்கு முன்பு ஆராயப்பட வேண்டிய திசுக்களை நிலைநிறுத்தச் (fixation) செய்யவேண்டும். இதற்குத் தற்பொழுது வெவ்வேறு வகையான இரசாயனப் பொருள்களைப் பயன்படுத்துகின்றார்கள். ஆனால், உபயோகப்படுத்தப்படுகின்ற இரசாயனப் பொருளைப் பொறுத்து, எடுக்கப்படுகின்ற நிழல்படமும் வேறுபடுகின்றது. ஏனென்றால், ஒவ்வொரு வகை இரசாயனப் பொருளும் செல்லின் ஏதாவது ஒருசில குறிப்பிட்ட பரமாணுக்கள் அல்லது நுண் அங்கங்களுடன் மட்டும் சேர்ந்து அவைகளை எடுத்துக்காட்டக் கூடியதாக இருக்கின்றது. உதாரணமாக ஃபார்மால்டிஹைட் (formaldehyde) அல்லது அது சம்பந்தபட்ட கூட்டுப் பொருளான குளுட்டரால்டிஹைட் (glutaraldehyde) போன்றவைகளுக்கும், புரதப் பரமாணுக்களுக்கும் இடையே இரசாயனக் கிரியை ஏற்பட்டு அதன் காரணமாக ஏற்கெனவே தனித்திருக்கின்ற பரமாணுக்களை ஒன்று சேர்க்கவும், அவை கரைந்துவிடாமல் நிலைத்து நிற்கச்செய்யவும் உதவுகின்றது. ஆனால், அதேசமயத்தில், அடிக்கடி உபயோகப்படுத்தப்படுகின்ற ஆஸ்மியம் டெட்ராக்ஸைட் அல்லது ஆஸ்மிக் அமிலம் (osmium tetraoxide or osmic acid) கூடத் தனிப்பட்ட பரமாணுக்களை ஒன்றுபடுத்துகின்ற செயலில் ஈடுபட்டாலும் அது லிப்பிட்களுடன் சேர்ந்து இரசாயனக் கிரியையை ஏற்படுத்துகின்றது. இவ்வகை வேறுபாடுகள் உபயோகப்படுத்துகின்ற இரசாயனப் பொருளைப் பொறுத்து ஏற்படுவதனால் பொதுவாக எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப் நிழல்படம் கொடுக்கப்படுகின்றபொழுது, அவையவைகளின் பக்கத்தில் எந்த இரசாயனப் பொருளைக் கொண்டு நிலைத்தல் செய்யப்பட்டது என்ற விவரத்தையும் குறிக்கப்பட வேண்டிய அவசியம் ஏற்படுகின்றது.

ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பியலில் ஆராயப்பட வேண்டிய திசுக்களை மேலே விவரிக்கப்பட்ட மூன்று வகையான வழிகளை ஒன்றன்பின் ஒன்றாகக் கடைப்பிடித்து ஆராய்ந்து தெரிந்துகொள்ளலாம். ஆனால், இந்த வழிகள் எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பியலுக்கு எந்தவகையிலும் பொருந்துவதில்லை. ஆதலால், இதற்கான சில தனிப்பட்ட பிரத்தியேகமான முறைகளைக் கையாள வேண்டும். எலக்ட்ரான்கள் ஒளிக்கதிர்களைப் போலல்லாமல், மிக நுண்ணிய செக்ஷன்கள் மூலம்தான் ஊடுருவிச் செல்லக் கூடுமாதலால் முதன்முதலில் அவை மிகவும் மெல்லியதாக அல்லது 500 – 1000A அளவு அல்லது இந்த அளவிற்கும் குறைவாக இருக்கவேண்டியது மிகமிக அவசியமாகின்றது. ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பில் பார்க்கவேண்டிய திசுக்களை மெழுகில் பொருத்திவைத்து செக்ஷன்கள் எடுத்துத் தயாரிப்பதுபோல்,

எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பில் பார்க்கப்படவேண்டிய செக்ஷன் களைத் தயார்செய்ய முடியாது. மெழுகுக்குப் பதிலாக, ஒரு வகையான கடினப்படுத்தப்பட்ட பிளாஸ்டிக்கை (plastic) உபயோகப் படுத்தவேண்டும். மேலும், இவ்வாறு பொருத்தப்பட்ட திசுவை மிக மெல்லிய செக்ஷன்களாக வெட்டியெடுப்பதற்கு எஃகினாலான கத்திகளைப் பயன்படுத்த முடியாது. ஏனென்றால், அவை எளிதில் கூர்மையை அடைவதில்லை. அப்படியே அடைந்தாலும், அந்தக் கூர்மை நிலைத்திருப்பதில்லை. ஆதலால், உலோகத்தினாலான கத்திகளுக்குப் பதிலாக மிகக் கூர்மையான கண்ணாடித் துண்டுகளையோ வைரத்தையோ உபயோகிக்கவேண்டும். இந்த முறையில் வெட்டியெடுக்கப்பட்ட செக்ஷன்களைக் கண்ணாடித் துண்டுகளில் (slides) (ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பில் பார்ப்பதற்குச் செய்வதுபோல்) வைக்காமல், உலோகத்தினாலான வலையின்மேல் வைத்துப் பார்க்கவேண்டும்.

ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பில் பார்ப்பதற்கு, செக்ஷன்களைச் சாதாரணச் சாயப் பொருள்களைக் கொண்டு சாயமூட்டிப் பார்ப்பது போல், எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பில் பார்ப்பதற்கு அவைகளைச் சாயப்படுத்த வேண்டியதில்லை. இதற்குப் பதிலாக, கனமான உலோகங்களான ஈயம் (lead), யுரானியம் (uranium), டங்க்ஸ்டன் கூட்டுப் பொருள் (tungston compound) போன்றவைகளின் அணுக்களைப் (atoms) பெற்றுள்ள சாயங்களினால் சாயமூட்டினால் அவை செல்லிலுள்ள குறிப்பிட்ட நுண் அங்கங்களின் இரசாயனத் தொகுப்புகளுடன் இணைந்து நன்கு புலப்படும். சாயமூட்டப்பட்ட அணுக்கள் மேற்கூறியவற்றில் இருப்பதனால், அவை ஒரு குறிப்பிட்ட குறைந்த அளவிற்குத்தான் எலக்ட்ரான்களைச் செக்ஷன்களின் மூலம் செல்வதற்கு அனுமதித்து நிழல் படத்தை உண்டாக்குகின்றன. சாயமூட்டப்பட்ட நுண் அங்கங்கள் அல்லது அமைப்புகள் சாயமூட்டப்படாதவைகளைவிடக் கறுமை நிறத்துடன் காணப்படும். இந்த அடிப்படையில், எந்த ஒரு நுண் அமைப்பு அல்லது அங்கம் கறுமை நிறத்துடன் காணப்படுகின்றதோ அது 'எலக்ட்ரான் அடர்த்தியானது' (electron dense) என வழங்கப்படுகின்றது.

சில வேளைகளில், திசுக்களில், மெல்லிய செக்ஷன்களாக எடுக்காமல், முப்பக்க அமைப்பையோ (three dimensional structure) செல் அமைப்புகளின் மேற்பரப்பைக் குறித்தோ ஆராய வேண்டுமானால், அவை அப்படியே மெல்லிய பிளாஸ்டிக் தகடுகளின்மேல் வைக்கப்படுகின்றன. பிறகு, மேலே கூறப்பட்ட கனமான உலோகங்களின் அணுக்கள் அடங்கிய கரைசலின்

ஒரு துளியைக் கொண்டு அவை மூடப்படுகின்றன. இந்தக் கரைசல் துளி அப்படியே உலரச் செய்யப்படுகின்றது. எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பில் பார்க்கப்படவேண்டிய அமைப்பு ஓர் எலக்ட்ரான் அடர்த்தியான பொருளின் மத்தியில் அமைந்து இருப்பதை இறுதியில் பார்க்கலாம்.

சாதாரணமாக, உயிருற்ற நிலைகளில், செல்களையோ, திசுக்களையோ நுண் உயிரினங்களையோ 'எமை'ல் அப்படியே வைத்துப் பார்க்க முடிவதில்லை. ஏனென்றால், 'எமை'யை உபயோகப்படுத்துவதற்குத் தேவைப்படுகின்ற மிக அதிகமான சூன்யநிலை (vacuum) உயிருற்றவைகளை எல்லாம் கொன்றுவிடுகின்றது.

உயிருள்ள செல்களைக் குறித்து இதுவரையில் கிடைக்கக் கூடிய முறைகளின் மூலம் ஆராய்ந்து பார்க்கப்படும்பொழுது, அவைகளைக் குறித்து உண்மைக்குப் புறம்பான அறிவும். இயல்பான தோற்றங்களுக்குப் பதிலாக, மாறுபட்ட உருவ அமைப்பு வேறுபாடுகளும் ஏற்படுவதாக முன்னரே கூறப்பட்டது. ஆனால், இந்தக் குறைபாடுகளை நிவர்த்திக்கக்கூடிய அளவிற்குத் தற்காலத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கின்ற முறைகள் பயன்படுகின்றன என்று அறியும்பொழுது நாம் எந்த அளவிற்கு இந்த வகையில் முன்னேறியிருக்கின்றோம் என்பது வெளிப்படையாகத் தெரியவருகின்றது. உதாரணமாக, செல்கள் செயல்பட்டுக்கொண்டிருக்கும் நிலைகளை அப்படியே ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பி னுதவியைக்கொண்டு பார்த்து அறிந்துகொள்ளலாம். எப்படியென்றால், ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பின்மூலம் செல்கின்ற ஒளிக்கதிர்களின் வேகமும், அவை செயல்படுகின்ற விதமும், செல்லின் உட்பொருள்களின் (cellular constituents) தன்மை, அடர்த்தித் தன்மை, அமைப்பு முறை முதலியவைகளைப் பொறுத்திருக்கின்றது என்ற அடிப்படையில் இந்தப் புதியதொரு முறை கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றது. வேறு வகையில் கூறப்போனால், செல்களின் வெவ்வேறு பகுதிகள் வெவ்வேறு விலகல் எண்களைப் (refractive index) பெற்றிருக்கின்றன. ஆதலால், ஒரு செல்லின் மூலம் ஊடுருவிச் செல்கின்ற ஒளிக்கதிர்களின் வேகம் உட்பொருள்களின் அளவைக் குறிப்பதாகக் கருதப்படுகின்றது. இந்த வகையில் பார்க்கப்போனால், ஒரு செல்லின் அடர்த்தித் தன்மை (density) அதிகரிக்கும்பொழுது, இதற்கேற்றாற்போல் விலகல் எண்ணும் (refractive index) அதிகரிப்பதோடல்லாமல், ஊடுருவிச் செல்கின்ற ஒளிக்கதிர்களின் வேகமும் குறைவுறுகின்றது. உதாரணமாக, உட்பொருள்களின் அடர்த்தித் தன்மை வெவ்வேறு வகையினதாக இருப்பதால், நூக்ளியஸின்

மூலம் செல்கின்ற ஒளிக்கதிர்களின் வேகம் ஒருவகையிலும், ஸைட்டோபிளாஸத்தின்மூலம் செல்கின்ற ஒளிக்கதிர்களின் வேகம் வேறு ஒரு வகையிலும் பாதிக்கப்படுகின்றன. இதற்காக, சீர்திருத்தப்பட்டு உண்டாக்கப்பட்ட ஃபேஸ் காண்ட்ராஸ்ட் (Phase contrast) குறுக்கிடும் மைக்ராஸ்கோப்புகளின் (interference microscope) மூலம் விலகல் எண் (refractive index) மாற்றங்களினுல் கண்களுக்குப் புலப்படுகின்ற அளவிற்கு விவரங்களை உண்டாக்கிக்கொள்ள முடியும். கண்களுக்குப் புலப்படுகின்ற விவரங்களும் வேறுபாடுகளும் நிறத்தையோ பிரகாசத்தையோ எடுத்துக்காட்டக் கூடியதாக இருக்கலாம். உதாரணமாக, இயற்பியல் தத்துவத்தின் அடிப்படையில், ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில், ஒத்த தன்மைகளுடைய இரு ஒளிக்கதிர்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட கேந்திரத்தில் ஒன்றுசேரும் பொழுது, அவைகளில், ஒன்று மற்றென்றை ஒதுக்கிவிடுகின்றது என்பதாகும். இதனுல் அந்தக் கேந்திரத்தில் பிரகாசம் ஏற்படுவதற்குப் பதிலாக இருள் உண்டாகின்றது. இந்த அடிப்படையில், ஒரு செல்லின் மூலம் செலுத்தப்படுகின்ற ஒளியைத் தகுந்த முறையில் பயன்படுத்துவதன் மூலம், செல்லின் வெவ்வேறு வகையான நுண் அங்கங்கள் (organelles) அவையவைகளின் சூழ்நிலையிலிருந்து தெளிவாக வெளிப்படுத்தப்படுகின்றன. இவ்வாறு வெளிப்படுத்தப்படுகின்ற முறைக்கு "ஒளிக்கதிர் சாயமூட்டுதல்" (optical staining) என்று பெயர். ஒளிக்கதிர்கள் மேற்சொன்ன முறையில் பயன்படுவதோடல்லாமல் மற்றெரு வகையிலும் பயன்படுகின்றன. அதாவது, செல்களின் ஒளி சம்பந்தப்பட்ட இயல்புகள் அவைகளின் உள்ளடக்கப் பொருள்களின் அடர்த்தித் தன்மையைப் பொறுத்து மாறுபடுகின்ற காரணத்தினுல், வெவ்வேறு செல்களில் அடங்கியிருக்கின்ற உட்பொருள்களின் அளவையும், ஒரு தனிப்பட்ட செல்லின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் அடங்கியிருக்கின்ற பொருள்களின் அளவையும் மதிப்பிடுவதற்கும், மேற்கூறப்பட்ட ஃபேஸ்காண்ட்ராஸ்ட் மைக்ராஸ்கோப்பும், குறுக்கிடும் மைக்ராஸ்கோப்பும் பயன்படுகின்றன.

செல்லின் நுண் அங்கங்களைக் கண்டறிவதற்குப் போலரைஸிங் மைக்ராஸ்கோப் (polarizing microscope) என்று சொல்லப்படுகின்ற மற்றெரு வகையான மைக்ராஸ்கோப்பும் பயன்படுகின்றது. இது பார்ப்பதற்கு ஒரு சாதாரண ஒளி மைக்ராஸ்கோப் போன்றிருக்கும். ஆனுல், போலரைஸ்ட் ஒளியை உண்டாக்குவதற்கு போலரைஸர் (Polarizer) என்று கூறப்படுகின்ற ஒரு அமைப்பை ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பில் பொருத்திவைத்துக் கொள்வதன்மூலம் போலரைஸ்ட் ஒளியைப் பெறமுடியும். இதனுடன் சாதாரண மைக்

ராஸ்கோப்பில் அனலைஸர் (analyzer) என்ற ஒருவிதக் கண்ணுடி அமைப்பையும் பொருத்திக்கொள்ள வேண்டும். போலரைஸ்ட் ஒளி பொருளின் மூலம் ஊடுருவிச் செல்லும்பொழுது, இதன் அனலைஸர் அதன் இயங்கு தன்மையை மாற்றியமைக்கின்றது. ஆராயப்படுகின்ற பொருளின் பிரதிபலிப்பு கண்ணுக்கு எளிதில் புலனுகக்கூடிய அளவிற்கு மாற்றமடைந்து காணப்படுகின்றது. செல்லின் நுண் அங்கங்கள் ஓர் ஒழுங்கான சீரிய முறையில் அமைந்திருக்குமேயானுல், அவை ஓர் ஒழுங்கற்ற சிதறிய முறையில் அமைந்திருக்கின்ற நுண் அங்கங்களைக் காட்டிலும், கறுமையாகவோ பிரகாசமாகவோ காணப்படும். இப்படிப்பட்ட பகுதிகள் பைரிஃபரின்ஜென்ட் (birefringent) என்று கூறப் படுகின்றன.

அல்ட்ராவயலட் மைக்ராஸ்கோப் (Ultravoilet Microscope) : இது செல்லினுளிருக்கின்ற நூக்ளியஸ் அமிலங்களைக் (nucleic acids) கண்டறிய உதவுகின்றது. ஏனெனில், நூக்ளியஸ் அமிலங்கள் அல்ட்ராவயலட் ஒளிக்கதிர்களைக் கிரகிக்கக்கூடிய தன்மையைப் பெற்றிருக்கின்றன. இந்த மைக்ராஸ்கோப்பினுதவியைக்கொண்டு எடுக்கப்பட்ட நிழல்படங்களில், நூக்ளியஸ் அமிலங்கள் செல் லினுள் எங்கெங்கு அடர்த்தியாகக் காணப்படுகின்றதோ, அந்தப் பகுதிகள் எல்லாம், செல்லின் மற்றப் பகுதிகளைவிடக் கறுமையாகத் தெரிகின்றன. உயிருள்ள செல்களிலுள்ள நுண் அங்கங்கள் புரிகின்ற செயல்களைக் குறிப்பாக ஒருசெல் உயிரினங்களிலும் (unicellular organisms), செயற்கை முறைகளில் வளர்க்கப்படு கின்ற செல்களிலும் (cells in culture) சலனப்படங்களாக எடுத்து அவைகளைக் குறித்துத் தெளிவாக அறிந்துகொள்ள முடிகின்றது. சலனப்படங்கள் எடுப்பதற்கு, ஃபேஸ் கான்ட்ராஸ்ட் மைக்ராஸ் கோப் போலரைஸிங் அல்லது குறுக்கிடும் மைக்ராஸ்கோப் முதலிய வைகளில் ஏதாவது ஒன்றை உபயோகப்படுத்திக் கொள்ளலாம். மைட்டோக்காண்டிரியாவின் சலனம், அவைகளின் வடிவத்தில் ஏற்படுகின்ற மாற்றங்கள், பிரிவுறுதல் போன்றவைகளை மேற் கூறப்பட்ட முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட சலனப் படங்களின் மூலம் நன்கு புரிந்துகொள்ள முடிகின்றது.

செல்லியல் இரசாயனம் (Cytochemistry) : நிறத்தையோ அதிக அளவு பிரகாசத்தையோ கறுமை நிறத்தையோ தகுந்த இரசாயனப் பொருள்களின் உதவியைக் கொண்டு செல்களினுள் அடங்கியிருக்கின்ற அமைப்புகளை வெளிப்படுத்திக் காட்ட முடியும். உதாரணமாக, ஏறக்குறைய ஒரு செல்லினுள் ளிருக்கின்ற எல்லா டிநூஅ-வும் (DNA) அதன் நூக்ளியஸில்

அடங்கியிருக்கின்றது. இந்த டிநூஅ ஒரு தனிப்பட்ட டிஆக்ஸி ரைபோஸ் (deoxyribose) என்று சொல்லப்படுகின்ற நிறமற்ற தெளிவான பாராரோஸானிலின் (pararosaniline) சாயத்துடன் சேர்வதனுல், ஏற்கெனவே அமிலத்தினுல் மாறுதலடைந்த டிநூஅ பாராரோஸானிலின் சாயத்தின் இயற்கையான நிறமான, பிரகாச மான சிகப்பு நிறத்தை அடைகின்றது. இதை ஃபாய்ல்ஜன் முறை (Feulgen procedure) அல்லது ஃபாய்ல்ஜன் கிரியை (Feulgen reaction) என்று கூறுகின்ருர்கள். அதே சமயத்தில் செல்லின் ஏனைய பாகத்தில் இருக்கின்ற டிநூஅ மேற்கூறப்பட்ட விளைவை அடைவதில்லை. ஏனெனில், அவைகளிலிருக்கின்ற டிநூஅ-வின் அளவு இந்த நிறவேற்றுமையை உண்டாக்குவதற்கான ஒரு குறிப் பிட்டஅளவைவிட மிகவும் குறைந்திருக்கின்றது. சில வகையான சாயங்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட லிப்பிட்களில்தான் (lipids) கரையக் கூடியவை. இப்படிப்பட்ட சாயங்கள் செக்ஷன்களுடன் ஒன்று சேரும்பொழுது செல்களின் எந்தெந்தப் பகுதிகளில் இந்த லிப்பிட்கள் இருக்கின்றனவோ அந்தப்பகுதிகள் மட்டும் சாயங்களை எடுத்துக்கொண்டு, அதன் காரணமாக அவை சாயப் பொருள்களின் நிறத்திற்குத் தக்கவாறு நிறத்தைப் பெறு கின்றன. இந்த அடிப்படையில், நூக்ளியோலூஸினுள் இருக் கின்ற ரிநூஅ-வைச் சாயப்படுத்திப் பார்க்க முடிகின்றது.

மேலே விவரிக்கப்பட்ட முறை செல்களினுள்ளிருக்கின்ற பொருள்களையும், அவை அமைந்திருக்கின்ற பகுதிகளையும், கண்டறிவதற்குப் பயன்படுவதோடல்லாமல், இதன்மூலம் ஒவ் வொரு செல்லில் இருக்கின்ற பொருள்களின் அளவையும் கண் டறியலாம். உதாரணமாக, ஒரு செல்லில் அதிக அளவு டிநூஅ இருந்தால் அதற்கேற்ருற்போல், அது அதிக அளவு சாயத்தை எடுத்துக்கொள்கின்றது. இதுபோல் குறைந்த அளவில் இருக்குமே யானுல், அப்பொழுது அதற்கேற்ருற்போல் குறைந்த அளவு சாயத்தை எடுத்துக்கொள்கின்றது. வேறுவகையில் கூறப் போனுல் ஒரு செல்லினுள் ளிருக்கின்ற பொருள் எடுத்துக்கொள் கின்ற சாயத்தின் அளவிற்கும், பொருளின் அளவிற்கும் ஒரு நேரிடையான சம்பந்தம் இருக்கின்றது. இந்த வகையில், சில தனிப்பட்ட முறைகளினுல், மைக்ராஸ்கோப்பினுதவியைக் கொண்டு குறிப்பிட்ட பகுதியில் இருக்கின்ற சாயத்தின் அளவை அளவிடக்கூடிய முறைக்கு மைக்ரோஸ்பெக்ட்ரோஃபோட்டோ மெட்ரி (microspectrophotometry) என்று பெயர்.

சில குறிப்பிட்ட சந்தர்ப்பங்களில், சில வகையான என்ஸைம்கள் (enzymes) செல்லினுள்ளிருக்கின்ற பொருள்களுடன் இரசாயன

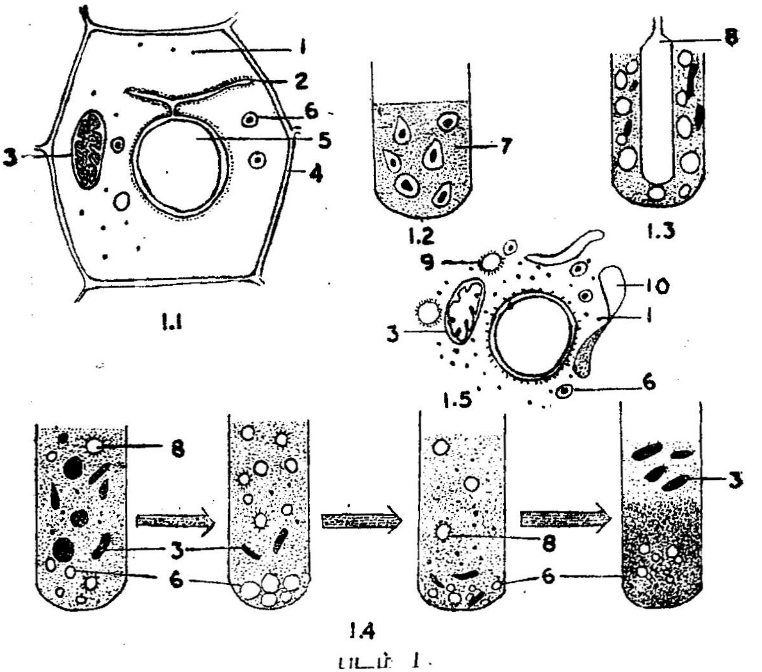
அடிப்படையில் சேர்ந்து, அதன் காரணமாகக் கரையாத பொருள்களை உண்டாக்குகின்றன. இந்தக் கரையாத பொருள்களை (insoluble products) ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பின் மூலமும், எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பின் வாயிலாகவும் பார்க்க முடியும். இதனால், செல்லினுள்ளிருக்கின்ற சில வகையான பொருள்களையும், அவைகளின் இருப்பிடத்தையும் தெரிந்துகொள்ள முடிகின்றது. உதாரணமாக, ஃபாஸ்படேஸ் (phosphatase) என்ற என்ஸைம், ஃபாஸ்ஃபேட் (phosphate) கூறு (group)அடங்கிய பொருளிலிருந்து பிரித்தெடுக்க வல்லது. இதை அறிந்து கொள்வதற்குச் செக்ஷனை ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் வைத்து அதனுடன் ஈய (lead) உலோகத்தைச் சேர்த்தால், ஈயமானது, என்ஸைமினால் பிரித்தெடுக்கப்பட்ட ஃபாஸ்ஃபேட்டுடன் இரசாயன முறையில் இணைந்து ஈய ஃபாஸ்ஃபேட் (lead phasphate) என்கின்ற வீழ்படிவப்(precipitate) பொருளாக மாறித் தங்கிவிடுகின்றது. இவ்வாறு என்ஸைம்கள் இருக்கின்ற பகுதிகளில் தங்கிவிடுகின்ற பொருள்களை எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பின் மூலம் தெரிந்துகொள்ளலாம். ஆனால், இவைகளை ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பி னுதவியைக் கொண்டு பார்க்கவேண்டுமானால், ஈய பாஸ்ஃபேட்டை, ஈய ஸல்ஃபைட் (lead sulphide) ஆக மாற்றவேண்டும். அப்பொழுது ஈய ஸல்ஃபைட் ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பில் பழுப்பு நிறத்துடன் காணப்படும்.

ஆட்டோரேடியோகிராஃபி (Autoradiography): இது செல்களிலேற்படுகின்ற நிகழ்ச்சிகளைக் கண்டறிவதற்குப் பயன்படுகின்ற ஒரு முக்கியமான முறையாகும். பெரிய பரமாணுக்கள் (macromolecules) உண்டாவதற்குப் பல சிறிய முன்னோடிப் பரமாணுக்களைக் கதிரியக்கமுடைய ஓரகத்தனிமத்தைப் (radioactive isotope) புகுத்தி அவைகளைக் கதிரியக்கமுடையவைகளாகச் (radioactive) செய்யப்படுகின்றன. இந்த வகையில் கதிரியக்கமுடைய ஹைட்ரோஜன்^{3} (H^{3}) அல்லது டிரிட்டியமும் (tritium), கார்பன்^{14} (carbon^{14}), பாஸ்ஃபரஸ்(phosphorous^{32}), ஸல்ஃபர்^{35} (sulphur^{35}) முதலியவை அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்படுகின்ற ஓரகத் தனிமங்களாகும். கதிரியக்கமுடைய முன்னோடிப் பொருள்கள் செல்லினுள் செலுத்தப்படுகின்றன. பிறகு, இவை அப்பொழுதுக்கப் பொழுது, குறிப்பிட்ட நிலைகளில் தகுந்ததொரு திரவத்தினால் நிலை நிறுத்தி (Fixed) வைக்கப்படுகின்றன. இதன் பிறகு இவை நுண்ணிய செக்ஷன்களாக வெட்டப்படுகின்றன. வெட்டியெடுக்கப்பட்ட செக்ஷன்களின்மேல் நிழலுருவப்படத்திற்கு உபயோகப்படுத்தப்படுகின்ற, மெல்ஷன் (emulsion) பூசப்படுகின்றது. இந்த நிலையில் இவை நிழலுருவப்படமாக எடுக்கப்படும்பொழுது

ஒளியின் சேர்க்கையினுல் வெள்ளி உப்புகள் (silver salts) வெளிப் படுத்தப்பட்டு அவை வெள்ளி மணிகளாக (silver grains) காணப்படுகின்றன. இந்த மணிகள் நிழலுருவப் படத்தின் எதிர் மறைப் பதிவாக (negative) உண்டாகின்றன. இதுபோல் கதிரியக்கத் தன்மைக்குச் செக்ஷன்களை உட்படுத்தி, பிறகு அவைகளைப் பக்குவப்படுத்திப் பார்க்கும்பொழுது, ஆட்டோ ரேடியோகிராஃபிக் எமல்ஷனில் மணிகள் தோன்றுகின்றன. இப்பொழுது மைக்ராஸ்கோப்பில் பார்க்கும்பொழுது செல்களின் அமைப்பும், எமல்ஷனில் உண்டாகியிருக்கின்ற மணிகளும் காணப்படுகின்றன. உதாரணமாக, ரினூஅ-வின் கதிரியக்க முன் னோடிப் பொருள்களைச் செல்களினுள் புகுத்தி, அவைகளைச் சில நிமிடங்களுக்குப் பிறகு இருத்திவைத்துப் பார்க்கும்பொழுது, ஏறக்குறைய எல்லா மணிகளும் (grains) நூக்ளியஸின்மேல் படிந்திருப்பதைக் காணலாம். இதிலிருந்து ரினூஅ முன்னோடிப் பரமாணுக்களிலிருந்து உண்டாகின்றன என்பது நன்கு விளங்கு கின்றது. கதிரியக்கத்திற்கு உட்படுத்தப்படுவதற்கும், இருத்தி வைப்பதற்கும் ஆன கால அளவை அதிகப்படுத்தினுல்; நூக்ளி யஸின்மேல் படிந்திருக்கின்ற மணிகளின் அளவு குறைந்து கொண்டும் அதேசமயத்தில், ஸைட்டோபிளாஸத்தில் அவை களின் அளவு அதிகரித்துக்கொண்டும் வருவதைப் பார்க்கலாம். இதிலிருந்து தெரிவது என்னவென்ருல், ரினூஅ நூக்ளியஸில் உண் டான பிறகு அது ஸைட்டோபிளாஸத்தை நோக்கிச் செல்கின்றது என்பதாகும். இந் நிகழ்ச்சிகளை, நிழலுருவப்படங்களாகக் குறிப்பிட்ட ஒவ்வொரு நேரத்தில் எடுத்துக்கொண்டு வருவதன் மூலம் செல்களில் ஏற்படுகின்ற இரசாயன மாற்றங்களையும், விளைவு களையும் தெரிந்துகொள்ள முடிகின்றது.

செல் தனிப்படுத்துதல் அல்லது கூறுபடுத்துதல் (Cell fractionation) : செல்லின் வேதியியல் அடிப்படையை அறிந்து கொள்வதற்குச் செல் கூறுபடுத்தும் முறை மிகவும் பயனுள்ளதாக இருக்கின்றது. செல்களினுள் அமைந்திருக்கின்ற நுண் அங் கங்கள் கெடாதபடி பாதுகாக்கக்கூடிய ஊடு பொருள் (medium) மூலம் செல்கள் பிரிக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு பிரிக்கப் பட்டவை ஒன்ருக்கப்பட்டவை (homogenates) என்று கூறப் படுகின்றன. ஊடு பொருள்களில் சுக்ரோஸ் (sucrose) என்று சொல்லப்படுகின்ற ஒரு வகைச் சர்க்கரைக் கரைசல் இதற்காக அனேகமாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இந்தச் சுக்ரோஸ் கரைசல், நுண் அங்கங்களை ஒன்றுசேர்க்கக்கூடிய இயல்பைப் பெற் றிருப்பதோடல்லாமல், பிரிவுற்ற பிறகு அவை ஒவ்வொன்றும் முடிச்சுகளாகவோ திரளாகவோ மாறுகின்ற இயல்பைத் தடுப்ப

தற்கும் பயன்படுகின்றது. மிட்டோக்காண்டிரியா, (mitochondria) பசுங்கணிகங்கள் (chloroplastids) போன்ற சில நுண் அங்கங்கள் பிரிவுற்ற பிறகும், அவை தனிப்பட்டு எந்தவித மாற்றமும் அடையாமலிருக்கக் கூடியவை. ஆனால், எண்டோபிளாஸ்மிக் வலை என்பது இயற்கையில், ஒன்றுடனொன்று பிணைந்து காணப்படுகின்ற வலைபோன்ற அமைப்பாக இருக்கின்ற காரணத்தினால், அது பிரிவுற்ற பிறகு, பல சிறு கூறுகளாகவும், குடுக்கைகளாகவும் (vesicles) மாறிவிடுகின்றது (படங்கள் 1-4, 1-5). இதுபோன்று பிளாஸ்மா மெம்ப்ரேனும், எண்டோபிளாஸ்மிக் வலைபோன்று மாறக்கூடிய இயல்பினைப் பெற்றிருக்கின்றது.



படம் 1.

1-1. தாவரச் செல்லின் பொதுப்படையான அமைப்புத் தோற்றம். 1-2—1-4. கூறுபடுகின்ற முறையின் வெவ்வேறு நிலைகள். 1-5. ஒன்றுக்கப்பட்டவை.

1. ரிபோஸோம்; 2. எண்டோபிளாஸ்மிக் வலை; 3. மிட்டோக்காண்டிரியா; 4. செல்லுறை; 5. நுக்ளியஸ்; 6. லியோஸோம்; 7. சுக்ரோஸ்கரைசல்; 8. உளக்கை; 9. எண்டோபிளாஸ்மிக் கூறு; 10. பிளாஸ்மாமெம்ப்ரேனின் கூறு.

ஒன்றுக்கப்பட்டவை என்பது, ஒரு செல்லிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்ட பல வகையான நுண் அங்கங்களைப் பெற்றிருக்கின்ற ஒரு தொகுப்பாகும். ஒன்றுக்கப்பட்டவைகளைத் தயாரிப்ப

தற்குப் பல வகையான முறைகள் கடைப்பிடிக்கப்படுகின்றன. படத்தில் காட்டியிருக்கின்ற முறை அவைகளில் ஒன்ருகும் (படங்கள் 1-2, 1-4). இதற்கு ஒரு குழாயும், அதற்குத் தகுந்தாற்போல் படத்தில் காட்டியிருப்பது போன்று இறுக்கமாக இருக்கக்கூடிய கண்ணுடி அல்லது பிளாஸ்டிக்கினுலான (Plastic) உரலும் தேவைப்படுகின்றது. இப்பொழுது படத்தில் காட்டப்பட்டிருக்கின்ற நுண் அங்கங்களைக் கொண்ட செல்களை (படம் 1-1) சுக்ரோஸ் கரைசலடங்கிய குழாயிலிட்டு, பிறகு உரலினுதவியைக்கொண்டு அவைகளைக் கூறுபடுத்த வேண்டும் (படம் 1-3). இந்த முறையில் பிளாஸ்மா மெம்ப்ரேன்களும், எண்டோபிளாஸ்மிக் வலையும் நிச்சயமாகப் பல சிறு கூறுகளாக மாற்றமடையக்கூடும். ஒன்ருக்கப்பட்டவைகளைச் சுக்ரோஸ் கரைசலை ஊடுபொருளாக உபயோகப்படுத்தி, மேலே விவரிக்கப்பட்ட சாதனங்களைக்கொண்டு பிரித்தெடுக்கப்படுகின்ற முறைக்கு ஒன்ருக்குதல் (homogenization) என்று பெயர். பிறகு ஒன்ருக்கப்பட்டவைகளை விரி மையச் சுழற்சிக்கு (centrifugal revolution) உட்படுத்த வேண்டும். இவ்வாறு செய்யும்பொழுது நுண் அங்கங்கள், அவையவைகளின் எடைகளைப் பொறுத்தும் சுழற்சியின் வேகத்தைப் பொறுத்தும் அவை ஒன்றன் பின் ஒன்ருகக் குழாயினடியில் படிகின்றன. மேலும், நுண் அங்கங்களின் எடையைப் பொறுத்துமட்டும் அல்லாமல், அவையவைகளின் வடிவம், அளவு, அடர்த்தித் தன்மை (density) முதலியவைகளும் அவை குழாயின் அடியில் முறையே படிவதற்கு ஏதுவாக இருக்கின்றன. ஆதலால், குழாயினடியில் எல்லா நுண் அங்கங்களையும் படியச் செய்து பிரித்தெடுக்க வேண்டுமானுல், விரி மையச் சுழற்சியின் வேகத்தை அவையவைகளுக்குத் தக்கவாறு குறைத்தோ அதிகப்படுத்தியோ மாற்றிக்கொள்ள வேண்டும். இவ்வாறு விரி மையச் சுழற்சியின் வேகத்தைத் தேவைக்குத் தக்கவாறு மாற்றியமைத்துக் கொள்ளக்கூடிய முறைக்கு வகையீட்டு விரி மையச் சுழற்சி (differential centrifugation) என்று பெயர். ஒரு குறிப்பிட்ட விரி மையச் சுழற்சியின் வேகத்தில், நுண் அங்கங்களில் பெரியதும், அடர்த்தியானதும், கனமானதும் முதன்முதலில் விரைவாகக் குழாயினடியில் படிகின்றது. உதாரணமாக, குறைந்த வேகத்திற்கு உட்படுத்தும் பொழுது, நூக்ளியஸ்களும், பிளாஸ்மா மெம்ப்ரேனும், சில மிட்டோக்காண்டிரியாவும் சிறு உருண்டைகளாகப் (pellets) படிகின்றன (படம் 1-4). ஆனுல், அதேசமயத்தில் எஞ்சிய நுண் அங்கங்கள் தொங்கல்நிலையில் (suspension) காணப்படுகின்றன. இப்பொழுது முந்திய வேகத்தைவிட, சுழற்சியின் வேகத்தை அதிகப்படுத்தும்பொழுது, ஏறக்குறைய எல்லா மிட்டோக்காண்

டிரியாவும் இரண்டாவது கூறுகப் (fraction) படிகின்றது. மேலும், வேகத்தை அதிகரிக்கச் செய்வதன்மூலம் லிஸோஸோம்கள் (lysosomes) மூன்ருவது கூறுகப் படிகின்றன. சுயேச்சையாக (free) இருக்கின்ற ரிபோஸோம்களும் (ribosomes), வேறு சில நுண் அங்கங்களும்; கரையக்கூடிய பரமாணுக்களும், கீழே படியாமல் அப்படியே இருந்துவிடுகின்றன. ஆனுல், ரிபோஸோம்கள் மட்டும் மிகவும் அதிக அளவு வேகத்தைத் தொடர்ச்சியாக உபயோகப்படுத்தப்படும் பொழுது அவைகளும் இறுதியில் பிரிந்து விடுகின்றன. இவ்வாறு செல்லின் நுண் அங்கங்கள் பல கூறுகளாக ஒன்றன் பின்ஞென்ருகப் பிரித்தெடுக்கப்பட்ட பிறகு, குழாயிலிருக்கின்ற கரைசல் ஸைட்டோஸோல் (cytosol) என்று வழங்கப் படுகிறது. இந்த ஸைட்டோஸோல், ஒன்றுக்குதல் முறையைக் கையாளும்பொழுது, விரி மையச் சுழற்சியின் வாயிலாக நுண் அங்கங்களிலிருந்து வெளிப்பட்ட சில பொருள்களேயும், என் ஸைம்கள் போன்று பரமாணுக்களேயும் பெற்றிருக்கின்றது.

மேலே விவரிக்கப்பட்ட முறையில், பிரித்தெடுக்கப்பட்ட நுண் அங்கங்களினுடைய கூறுகளின் ஒன்றுபட்ட தொகுப்பையும், (integrity), அவைகள் தனித்தோ மற்றவைகளுடன் கலந்தோ காணப்படுகின்றனவா என்ற உண்மையையும் எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பின் மூலம் கண்டறிந்து கொள்ளலாம். மேலும், நுண் அங்கங்களின் முப்பக்க வடிவ அமைப்பைத் (three dimensional) தெரிந்துகொள்ள இந்த முறை பெரிதும் பயன்படுகின்றது. இந்த வகையில் ஆராயும்பொழுது, நுண் அங்கங்களின் கூறுகள் தனிப்பட்டுக் காணப்படுவதில்லே. அதாவது, ஒரு நுண் அங்கத்தின் கூறு மற்ருென்றுடன் கலந்து காணப்படும். சுத்தமான, கலப்படமற்ற நுண் அங்கத்தின் கூறைப் பெறுவது சிறிது கடினம்.

கூறுகளே மேலும் உபகூறுகளாக (sub-fractions) சில தனிப்பட்ட இரசாயன அல்லது இயற்பியல் முறைகளேக்கொண்டும், கூடுதலான விரி மையச் சுழற்சியினுதவியைக்கொண்டும் பிரிக்க முடியும். உதாரணமாக, மிக்ரோஸோம்களாக (microsomes) பிரித்தெடுக்கப்பட்ட வழவழப்பற்ற (rough surfaced) எண்டோபிளாஸ்மிக் வலேயின் மெம்ப்ரேன்களேக் கரைக்கக்கூடிய டிஆக்ஸிகோலேட் (deoxycholate) என்னும் பொருளேக்கொண்டு, மெம்ப்ரேன்களேக் கரைத்து ரிபோஸோம்களே (ribosomes) பிரிக்க முடிகின்றது.

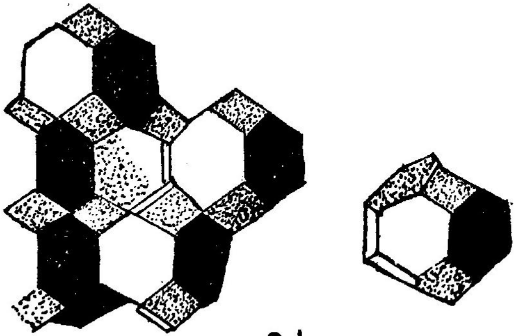
இவ்வாறு பிரித்தெடுக்கப்பட்ட கூறுகள், செல்லியல் இரசாயனச் சோதனைகளுக்குட்பட்டு, அதன்மூலம் செல்லின் நுண்

அங்கங்களின் என்ஸைம் செயல்களையும், இரசாயன அமைப்பு, மற்றும் அவை புரிகின்ற ஏனைய வளர்சிதைச் செயல்களையும் (metabolic activities) அறிந்துகொள்ள முடிகின்றது. கதிரியக்க முன்னோடிப் பொருள்களின் உதவியைக்கொண்டு, கூறுகளை வெவ்வேறு நேரங்களில் பிரிப்பதன் மூலம், அந்தந்த நேரங்களில் எந்தெந்த வகையான வளர்ச்சி மாற்றங்களுண்டாகின்றன போன்ற விவரங்களை அறிந்துகொள்ள முடிகின்றது. உதாரணமாக, செல்கள், கதிரியக்கமுடைய அமினோ அமிலங்களுக்கு (radioactive amino acids) உட்படுத்தபட்ட பிறகு அவைகளின் கூறுகளை எடுத்து ஆராயும்பொழுது, கதிரியக்கப் புரதங்கள் (redioactive proteins) ரிபோஸோம்கள் அமைந்திருக்கின்ற பகுதியில் மட்டும் தோன்றியிருப்பதைப் பார்க்கலாம். இதிலிருந்து, புரதச்சேர்க்கை ரிபோஸோம்களினுல் ஏற்படுகின்றது என்று தெரிந்துகொள்ளலாம். மேலும், கதிரியக்க அமினோ அமிலங்க ளுட்படுத்தப்படுவதிலிருந்து கூறுகளைப் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றவரை உள்ள இடைப்பட்ட நேரத்தை அதிகப்படுத்தும்பொழுது, செல்லின் வெவ்வேறு வகையான நுண் அங்கங்கள் கதிரியக்கப் புரதத்தைப் பெற்றிருப்பதைப் பார்க்கலாம். இதிலிருந்து ரிபோஸோம்களினுல் தயாரிக்கப்பட்ட புரதம், எவ்வாறு செல்லினுள் ரிபோஸோம்களிலிருந்து மற்றப் பாகங்களுக்குக் கடத்தப்படுகின்றது என்ற உண்மையும் புலனுகின்றது.

2. செல் பருமானம்

(Cell dimension)

2-1. எண்ணிக்கை (Number) : வளர்ச்சியடைந்து கொண்டு வருகின்ற ஒவ்வொரு செடியும், பல்லாயிரக்கணக்கான செல்களினால் ஆனது என்பது எல்லாரும் நன்கு அறிந்ததொரு உண்மையாகும். அதே சமயத்தில், ஏராளமான செல்களும், செல்களினாலான சிலவகைத் திசுக்களும், ஸ்கிலரங்கைமா (sclerenchyma), வெஸல் (vessel), நார்த்திசு (fibre) போன்றவைகள் உயிரற்றவைகளாக இருக்கின்றன என்பதும் தெரிந்ததே. இருந்தபோதிலும், ஒவ்வொரு செடியிலும், உயிரற்ற செல்களும் உயிருள்ளசெல்



2.1

படம் 2.

2-1- அதிக மாறுபாடடையாத தாவரச் செல்களின் முப்பக்கத் தோற்றம்

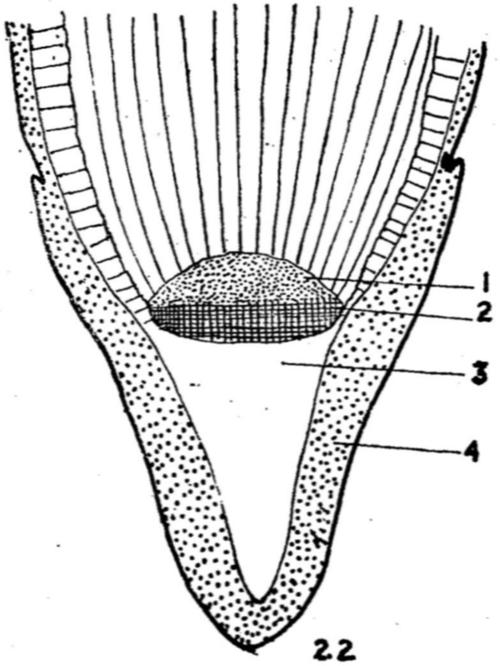
களும், செடி இனங்களுக்குத் தக்கவாறு, அவையவைகளுக்கான ஏதாவதொரு குறிப்பிட்ட முறையில், நிரந்தரமாகச் செடியின் உள்ளமைப்பாக அமைந்து செயல்படுகின்றன. செடியின் உறுப்புகள் அழிந்துபடும் பொழுதும், உதிர்கின்ற (abscission) பொழுதும், செடிகள் உயிரற்றசெல்களை இழக்கின்றன. உதாரணமாக,

200,000 இலைகளைக் கொண்ட ஒரு இலையுதிர் மரம், ஒவ்வொரு ஆண்டிலும், இலையுதிர் காலத்தில் மட்டும், ஏறக்குறைய 4×10^{13} செல்களை இழக்கின்றன என்று கணக்கிடப்பட்டிருக்கின்றது. இதுபோன்ற செடியின் வேறுவகையான உறுப்புகளான கனிகள் மொட்டு செதில்கள் (bud scales), சிறு கிளைகள் முதலியனவும் செல்களை இழக்கின்றன. இவ்வாறு செல்கள் இழக்கப்பட்ட போதிலும், அவை மேன்மேலும், ஆக்குத்திசுவினுல் (meristem) அப்பொழுதுக்கப்பொழுது, தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. இந்தவகையில், பிராணிகள், தாவர இனத்திலிருந்து வேறுபடுகின்றன. ஒவ்வொரு நுனி ஆக்குத் திசுவும் ஏறக்குறைய 1000-500,000 பிரிதலுறுகின்ற செல்களைப் பெற்றிருக்கின்றன. இது போன்று ஒவ்வொரு மரத்திலிருக்கின்ற கேம்பியம் (cambium) என்ற ஒருவகை ஆக்குத்திசுவில், ஏறக்குறைய ஐந்நூறு பத்து லட்சம் பிரிதலுறுகின்ற (dividing) செல்களிலிருக்கலாம் என்று தெரிய வருகின்றது.

2-2. அளவு (Size): பொதுவாக, செல்கள், வெவ்வேறு அளவினையுடையதாக இருக்கின்றன. உதாரணமாக, மிகச் சிறிய தொரு நீல-பச்சை நிற ஆல்காவின் (blue green alga) குறுக்களவு 0.5 மைக்ரானிலிருந்து, கண்ணுக்குப் புலப்படக்கூடிய அளவிற்கு 25-100 மைக்ரான் வரை செல்களின் குறுக்களவு இருக்கக் கூடும். உயர்ந்த இனத் தாவரங்களில் கூட பெருமளவிற்குச் செல்களின் கன பரிமாணம் (volume) வேறுபடுகின்றது. வேர் நுனி ஆக்குத்திசுவின் செல்கள் ஏறக்குறைய 1000^3 மைக்ரான் கன பரிமாணத்தைப் பெற்றிருக்கின்றன. இந்த ஆக்குத்திசுவி லிருந்து 3 மி. மீ. தூரத்திலிருக்கின்ற, ஸ்டீலிலுள்ள (stele) செல்களின் பரிமாணம் 130 மடங்காகவும், அதேசமயத்தில், புறணியில் இருக்கின்றவைகளின் கன பரிமாணம் 40 மடங்காகவும் அதிகரிக்கின்றது. கோனிஃபர்களின் (conifers) ஃபூஸிஃபார்ம் (fusiform) தோற்றுவிகள் (initials) சாதாரணமாக, சராசரி 5 மி. மீ. நீளத்தைப் பெற்றிருக்கின்றன. அதே சமயத்தில், அவற்றின் கன பரிமாணம் 1000,000 மைக்ரான்^{3} ஆகவும், இந்தத் தோற்றவிகளினுல் உண்டாக்கப்பட்ட தோன்றல்களாகிய (derivatives) ஸைலம் (xylem), ஃபுளோயம் (phloem) ஆகியவை இதைப்போல் 20 மடங்கு பரிமாணத்தைப் பெற்றிருக்கின்றன. பருத்தி நார் செல்கள் (fibres) சராசரி 30 மி. மீ. நீளத்தைப் பெற்றிருக்கின்றன.

ஒரு வளர்ச்சியடைந்த செல்லில் இருக்கின்ற புரோட்டோ பிளாஸத்தின் (protoplasom) அளவு, செல்லின் மொத்த பரிமா

ணத்தில் 5 சதவீதத்திற்குக் குறைவாகவும், எஞ்சியுள்ள 95 சதவீதத்தில், மற்றொரு 5 சதவீதம் செல்லுறைகளினுலும், 90 சதவீதம் காற்றுக்குழியினுலும், ஆனதாக இருக்கின்றது.



படம் 3.

2-2 ஸீயா (Zea) வேர் நுனியின் நீள் வெட்டுத் தோற்றம்.

1. அமைதியுற்ற பகுதி : 2. நுனி மூடித் தோற்றுவிகள் : 3. நுனி மூடியின் மையச் செல்கள் ; 4. நுனி மூடியின் வெளிப்புறச் செல்கள்.

செடியின் வயது, செல்களின் அளவு குறிப்பாக நீள அளவைப் பாதிக்கின்றது. உதாரணமாக. ஃப்ளெபாரம் தோற்றுவிகளின் சராசரி நீளம் அவை செயல்படுகின்ற தொடக்க காலத்தில் குறைவாகவும், செடியின் வயது அதிகரிக்கும்பொழுது, இவற்றின் நீளமும், ஒரு குறிப்பிட்ட வயதுவரை அதிகரித்துக் கொண்டு வந்து, அதன் பிறகு ஏறக்குறைய நிரந்தரமான நீளத்தைப் பெறுகின்றன. இதுபோன்று இவற்றிலிருந்து உண்டான தோன்றல்களின் நீளம், தொடக்கத்திலிருந்து ஒரு குறிப்பிட்ட காலம் வரை அதிகரித்து, பிறகு ஏறக்குறைய ஒரு நிரந்தர

மான நீளத்தைப் பெறுகின்றன. இந்த நிலைக்கு விதி விலக்காக மிக உயர் அல்லது உன்னத நிலையை (specialized) அடைந்த குறிப்பிட்ட சில தாவர இனங்களில் மட்டும், மேற்கூறியது போல் நீளத்தில் வேறுபாடு உண்டாவதில்லை.

2-3. வடிவம் (Shape): செல்களின் வடிவங்களை மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவையாவன: (1) தனித்து, சுயேச்சையாக இயங்குகின்ற (free living) ஒரு செல்லினாலானத் தாவர இனங்களின் வடிவம் (2) பல செல்களினாலானத் தாவரங்களில், ஒன்றுடன் ஒன்று நெருக்கமாக அமைந்திருக்கின்றவைகளின் வடிவம் (3) செல் இடைவெளிகளுடன் (intercellular space) அமைந்திருக்கின்றவைகளின் வடிவம். தனித்து சுயேச்சையாக இருக்கின்ற செல்களின் வடிவம் மேற்பரப்புவிறைப்பு (surface tension) புவிஈர்ப்பு விசை (gravity) வேறு பல அக (internal) புற (external) அமுக்க (pressure) சக்திகளினால் பாதிக்கப்படுகின்றது. ஒரு செல், ஒரே மாதிரியான அக அமைப்பையும், அதே சமயத்தில், ஒரே மாதிரியான மூலத்தில் (medium) மிதந்து கொண்டிருக்கும் பொழுதும் அதனுடைய வடிவம் உருண்டையாக (spherical) அமைகின்றது. இதற்கு எடுத்துக்காட்டாக தனித்து இயங்குகின்ற முட்டைகளையும் (eggs) ஸ்போர்களையும் (spcres) ஒரு செல் ஆல்காவையும் கூறலாம். சில செல்களின் மேற்பரப்புகள் வட்டத்தின் ஒரு பகுதியாக, அதாவது, ஏறக்குறைய அரை வட்டமாக (hemisphere) அமையக்கூடும். உதாரணமாக, உருளைப் போன்ற வடிவத்துடன் இருக்கின்றதும், அதே சமயத்தில் பல செல்களினால் ஆனதுமான ஒரு நூல் போன்ற ஆல்காவின் (filamentous alga) சுயேச்சையாக இருக்கின்ற நுனிஉறைப் பகுதியைக் கூறலாம்.

செல்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று நெருக்கமாக அமைந்திருக்கும் பொழுது, அவற்றில் ஒவ்வொன்றும், எந்த வடிவத்தைப் பெறுகின்றது என்பதைப் பற்றிய எண்ணம் 240 ஆண்டுகளாக இருந்து வருகின்றது. ஸ்டீஃபன் ஹேல்ஸ் (Stephen Hales) என்பவர் பட்டாணிகளை (peas) அழுத்தத்திற்கு உட்படுத்தியபொழுது, அவையெல்லாம் ஒன்றுடனொன்று நெருக்கமாக அமைவதனால் 12 பக்கங்களை உடைய வடிவம் ஒவ்வொரு பட்டாணிக்கும் ஏற்படுகின்றது என்பதைக் கண்டறிந்தார். இதைத் தொடர்ந்து இந்த வகையில் இருபதாம் நூற்றாண்டின் முற்பகுதியில் கூட, பலவகையான செயற்கைச் சாதனங்களைக் கொண்டு (உதாரணமாக, சோப்பு நுரை, ஈயக் குண்டுகள், செல் போன்றவைகள்) செல் வடிவம் எவ்வாறு ஏற்படுகின்றது என்பதைக் குறித்தும் எத்தனையது

என்பதைக் குறித்தும், ஆராய்ச்சிகள் நடத்தப்பட்டு வந்தன. இந்தவகை ஆராய்ச்சிகளில் முக்கியமான நிபந்தனை என்ன வென்றால், கையாளப்படுகின்ற பொருள் எத்தகையதாக இருந் தாலும், அளவு, கனம், வடிவம் முதலியவைகளைப்பொறுத்து, ஒத்ததாக இருக்கவேண்டும். ஒரு பரிசோதனையின் வாயிலாக டஃபி (Duffy, 1951) என்பவர் ஈயக்குண்டுகள் அமுக்கப்பட்ட பொழுது, அவற்றில் 33 சதவீதமும், 14 பக்கங்களை உடைய உருவத்தை அடைவதாக விளக்கியுள்ளார். ஒத்த அளவைப் பெற்றுள்ள சோப்பு நுரைகளைக் கொண்டு, நடத்தப்பட்ட ஆராய்ச் சியின் முடிவு என்னவென்றால், 36 சதவீதம் 14 பக்கங்களை யுடைய உருவங்கள் உண்டாகின்றன என்பதாகும். இவற்றி னுடைய பக்கங்களின் சராசரி எண்ணிக்கை, 13·7 ஆகவும் மொத்தத்தில் 99 சதவீத அளவிற்கு, பன்னிரண்டிலிருந்து பதினாறு பக்கங்களையுடைய உருவங்களுமுண்டாகின்றன. ஆனால், இயற்கையில் தாவரச் செல்களின் வடிவங்களைக் குறித்து, ஆராயும்பொழுது, அவையெல்லாம், மேற்கூறப்பட்ட செயற்கை முறைகளில் உண்டாகின்ற ஒத்த அளவினையுடைய வடிவங்கள் போலல்லாமல், வெவ்வேறு வடிவங்களை உடையன வாக அமைந்திருப்பதை நாம் பார்க்கின்றோம். ஏனென்றால், செல் பிரிதலும், வளர்ச்சியும், ஒத்த காலத்திலும், ஒத்த விகிதத் திலும் ஏற்படாததால், செல்கள் வெவ்வேறு அளவினைப் பெற்றுக் காணப்படுகின்றன. இருந்தபோதிலும், சம அளவை (Isodiametric) உடைய செல்களினுடைய வடிவத்தின் சராசரி பக்கங்கள் ஏறக்குறைய பதினான்கு பக்கங்களைப் பெற்றிருப்பதைப் பார்க்க லாம். உதாரணமாக, **லீக்கோபெர்ஸிக்கும்** (Lycopersicum) என்னும் பேரினத்தைச் சேர்ந்த செடிகளின் வேர்நுனிப் பகுதிகளி லுள்ள செல்களெல்லாம், செல் இடைவெளியற்று, மிக நெருக்க மாக அமைந்திருக்கின்ற காரணத்தினால், அவை ஒவ்வொன்றின் பக்கங்களின் சராசரி எண்ணிக்கை 13·85 ஆக இருக்கின்றது என்பதாக, டஃபி (Duffy, 1951) என்பவர் காட்டியிருக்கின்றார். செல்களினுடைய பக்கங்களின் சராசரி எண்ணிக்கை, செயற்கை முறைகளில் ஏற்படுகின்ற, வடிவங்களுடைய பக்கங்களின் சராசரி எண்ணிக்கையை ஒத்திருந்தபோதிலும், பல்வேறு பக்க எண் ணிக்கைகளை உடைய உருவங்களும், வேர்நுனிப் பகுதிகளிலுள்ள செல்களில் கலந்து காணப்படுகின்றன. உதாரணமாக, 13 பக் கங்களை உடையவைகள் மொத்தத்தில் 23 சதவீதமும், 15 பக்கங்களை உடையவைகள் 14·5 சதவீதமும், 12 பக்கங்களை யுடைய 14·2 சதவீதமும், 16 பக்கங்களை உடையவைகள் 9·3 சதவீதமுடன் உண்டாகியிருப்பதைக் காணலாம். இந்த வகையில், வேறுபாடுகள் இருந்தபோதிலும், மிகவும் சாதாரண

மாகக் காணப்படுகின்ற ஒவ்வொரு செல்லின் உருவம் பின்வருமாறு பக்கவடிவங்களையும், எண்ணிக்கையையும் பெற்றிருக்கின்ற நான்கு கோண வடிவம் (quadrilateral) நான்கு ஐந்து கோண வடிவம் (pentagonal) நான்கு, ஆறு கோண வடிவம் (hexagonal) ஆறு, இந்த வகையில் பக்கங்களின் எண்ணிக்கையைக் கூட்டி கணக்கிடும்பொழுது, ஒரு செல்லிற்கு 14 பக்கங்களும் (4 + 4 + 6) வடிவ வகைகளைப் பொறுத்துப் பார்க்கும்பொழுது, ஒவ்வொன்றிலும், நான்கு கோண, ஐந்து கோண, ஆறு கோண வடிவங்களும், ஒரு குறிப்பிட்ட அடிப்படையில் அமைந்து, செல்லிற்கு ஒரு தனிப்பட்ட வடிவத்தைக் கொடுக்கின்றன. இந்த வடிவத்தை டெட்ராகெய்டெக்காஹெட்ரான் (tetrakaidecahedron) என்று கூறப்படுகின்றது. (படம் 2·1)

ஒரு செல்லின் அடிப்படையான வடிவம் இந்த வகையினதாக இருந்தபோதிலும், செல்களெல்லாம் ஒன்றுபோல் மற்றொன்று இருப்பதில்லை. இந்த 14 பக்கங்களையுடைய செல்வடிவம் வேறு வகைகளிலும் உண்டாகலாம். உதாரணங்கள் : (1) நான்கு கோண வடிவம் நான்கு, ஐந்து கோண வடிவம் நான்கு, ஆறு கோண வடிவம் ஐந்து, ஆக மொத்தத்தில், 13 பக்கங்களை (4 + 4 + 5) உடைய வடிவம் உண்டாகலாம். அல்லது நான்கு கோண வடிவம் மூன்று, ஐந்து கோண வடிவம் ஆறு, ஆறு கோண வடிவம் நான்கு, ஆக மொத்தத்தில் 13 பக்கங்களை (3 + 6 + 4) உடைய செல்வடிவம் உண்டாகலாம். அல்லது நான்கு கோண வடிவம் நான்கு, ஐந்து கோண வடிவம் நான்கு, ஆறு கோண வடிவம் நான்கு ஆக மொத்தத்தில், 12 பக்கங்களை (4 + 4 + 4) உடைய செல்வடிவம் உண்டாகலாம். நான்கு கோண வடிவம் ஆறு, கோண வடிவம் எட்டு ஒன்றுசேர்ந்து ஆக மொத்தத்தில் 14 பக்கங்களை (6 + 8) உடைய செல்வடிவம் மிகக் குறைந்த அளவில் உண்டாகலாம். மேற் கூறப்பட்ட வகைகளில் உண்டாகின்ற செல்களின் வடிவங்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட அடிப்படை வடிவத்திலிருந்து வேறுபட்டு வெவ்வேறு விதங்களில், உண்டாவதாகத் தெரிந்துகொண்டோம். மேற்கொண்டு இந்தவகையில் ஆராய்ந்து பார்ப்போமானால், செல்கள் எல்லாம் அடிப்படையான வடிவத்தைப் பொறுத்தளவில், ஒத்திருந்தாலும், அவற்றில் ஒவ்வொன்றும் வெவ்வேறு கனபரிமாணத்தையும், வெவ்வேறு அளவினையுடைய பக்கங்களையும் பெற்றிருக்கின்றன. எலோடியா (Elodea) என்னும் நீர்வாழ் செடியின் நுனி ஆக்குத்திசுவின் மேற்பரப்பிலுள்ள செல்களின் வடிவம் பத்து பக்கங்களை உடையதாக இருக்கின்றது, என்று மாட்ஸ்க்கே (Matzke, 1950) காட்டியிருக்கின்றார். இந்த, பத்து பக்க வடிவத்தில் நான்கு நான்கு கோண

வடிவமும், நான்கு ஐந்து கோண வடிவமும், இரண்டு ஆறு கோண வடிவமும் அடங்கியிருப்பதாகக் காட்டப்பட்டிருக்கின்றது. பீனூஸ் (Pinus) கேம்பியத்திலுள்ள ஃபூசிபாரம் தோற்றுவிகளின் வடிவம் 8-லிருந்து 32 பக்கங்களையும், ஆனுல், சராசரி 18 பக்கங்களைக் கொண்டதாக இருக்கின்றன என்று டாட் (Dodd, 1948) ஆராய்ந்து எடுத்துக் காட்டியிருக்கின்ருர்.

கணித இயலின்படி பார்க்கும்பொழுது, 729 வகையான பல பக்க வடிவங்களிருப்பதாக (polyhedra) தெரிகின்றது. இவை எல்லாவற்றிலும், நான்கு கோண, ஐந்து கோண, ஆறு கோண வடிவங்களும் அல்லது பின் வகை அற்றும், உண்டாகலாம். இந்த இரண்டு அல்லது மூன்று வகையான கோண வடிவங்களைத் தவிர்த்து, வேறு எந்த வகையான கோண வடிவமும், இந்த பல பக்க வடிவத்தில் காணப்படுவதில்லை. சுருங்கக் கூறின், இந்த பல பக்க வடிவம் ஒவ்வொன்றினுடைய பக்கங்களின் கூட்டு எண்ணிக்கை சாதாரணமாக, 12-லிருந்து 18 வரை மாறுபடலாம். இருந்தபோதிலும், இந்த வெவ்வேறு வகையான வடிவங்கள் எல்லாவற்றிலும், 14 பக்கங்களை உடைய வடிவம்தான் சாதாரணமாகக் காணப்படக்கூடிய வடிவம், வேறு வகையில் கூறவேண்டுமானுல், செல் திரளில் (population) காணப்படுகின்ற வெவ்வேறு வடிவங்களின் சதவீத அடிப்படையில் கவனிக்கும்பொழுது, 12 பக்கங்களை உடைய வடிவம் மொத்தத்தில் 9 சதவீதமும், 18 பக்கங்களை உடைய வடிவம் 0.14 சதவீதமும், 14 பக்கங்களை உடைய வடிவம் 33 சதவீதமுமாகக் காணப்படுகின்றது. இதிலிருந்து தெரிகின்ற உண்மை என்னவென்ருல் 14 பக்கங்களை உடைய வடிவந்தான் முன் குறிப்பிட்டபடி அதிக அளவிலும், மிகச் சாதாரணமாகவும் உண்டாகக்கூடிய வடிவம் என்பதாகும், இந்த அளவிற்குக் கணிதஇயலின் கோட்பாட்டிற்கும், தாவரச் செல்களில் காணப்படுகின்ற வடிவங்களின் பக்க எண்ணிக்கைகளுக்கும், ஒற்றுமை காணப்பட்ட போதிலும், செல்களில் இதைப் பொறுத்து அப்பொழுதுக்கப்பொழுது, காணப்படுகின்ற வேறுபாடுகள் எந்த அடிப்படையில் ஏற்படுகின்றன என்பதைக் குறித்து, இப்பொழுது ஆராய்வோம். (செல்களின் வடிவம் எவ்வாறு வேறுபடுகின்றது என்பதைக் குறித்து முன்னரே தெரிந்து கொண்டோம்). செல்கள் உண்டான பிறகு, அவற்றின் நுனிப் பாகங்களில் (poles) வளர்ச்சி ஏற்பட்டு அதனுல், அவை ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கு உயரப் போக்கில் நீளுகின்றன. இது மட்டுமன்றி வளர்ந்து வருகின்ற செல்களுக்கிடையே, ஏற்படுகின்ற அழுக்கத்தினுல், அவை பக்கவாட்டில் தட்டையுறுகின்றன. மேலும், ஒவ்வொரு செல் பிரிதலுக்குப் (cell division ; mitosis)

பிறகு, ஏற்படுகின்ற செல்லிடைத் தட்டு (cell plate) செல்லின் பக்க உறைகளுடன் (lateral walls) இணைகின்றது. இவ்வாறு இணையும்பொழுது, சாதாரணமாக ஒரு செல்லிடைத்தட்டு, பக்க உறைகளின் ஆறு பக்கங்களுடன் இணைகின்றது. இதனால், புதிதாகத் தோன்றிய செல் மேற்கொண்டு வளர்ச்சியுறும் காலத்து அது 14 பக்கங்களைப் பெறுகின்றது. ஆனால், அதே சமயத்தில், செல்லிடைத்தட்டு ஆறுக்குக் குறைந்த பக்க உறைகளுடன் இணைந்தால் செல்களினுடைய பக்கங்களின் எண்ணிக்கை பதினான்குக்குக் குறைவாகவும், ஆறுக்கு மேற்பட்ட பக்க உறைகளுடன் இணைந்தால், அவற்றின் எண்ணிக்கையில் அதிகரிப்பும் ஏற்படுகின்றது. மேலும், செல்கள் எல்லாம், நீளப்போக்கு (longitudinal) வளர்ச்சியின் காரணமாக, அவையெல்லாம் ஒன்றன்மேல் ஒன்றாக அமைந்து அவற்றில், செல் பிரிதல்கள் குறுக்குப் போக்கில் (transversely) ஏற்படுவதினாலும்கூட செல்களின் வடிவம் பாதிக்கப்படலாம்.

செல்லிடை வெளிகளுடன் (intercellular spaces) அமைந்திருக்கின்ற செல்களின் வடிவம் சிலவேளைகளில், அவை அமைந்திருக்கின்ற முறைகளைப் பொறுத்தும், வேறு சில வேளைகளில், அவற்றைச் சூழ்ந்திருக்கின்ற செல்களின் அமுக்கச் சக்திகளைப் பொறுத்தும், மாறுபடுகின்றது.

2-4. வளர்ச்சி (Growth) : வளர்ச்சி எல்லா உயிரினங்களிலும் ஏற்பட்டுக்கொண்டிருக்கின்ற ஒரு முக்கியமான நிகழ்ச்சியாகும். ஒரு செல்லினாலான உயிரினங்களிலெல்லாம், (unicellular organisons) அது ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கு, வளர்ச்சியடைந்த பிறகு, செல் பிரிதல் ஏற்பட்டு, அதன் காரணமாக இரு செல்கள் உண்டாகின்றன. இது போன்று தனித்திருக்கின்ற ஒவ்வொரு செல்லும் இந்த நிகழ்ச்சி ஏற்படுவதற்கான இயல்பைப் பெற்றிருக்கின்றது. ஆனால், பல்லாயிரக்கணக்கான செல்களினாலான ஒரு உயர் வகைத் தாவரங்களில் (higher plants) செல் பிரிதல்களும், வளர்ச்சியும், செடியின் ஒரு குறிப்பிட்ட அங்கத்திலும் (organ) பகுதியிலும் மட்டும்தான் ஏறபடுகின்றன. உதாரணமாக, வேர்நுனிப் பாகங்களிலும், தண்டு நுனிப்பாகங்களிலும், அவையவைகளின் கிளைகளின் நுனிப்பாகங்களிலும், இலைகளின் வரம்பு நுனிப் பாகங்களிலும், புதிதாகத் தோன்றுகின்ற அங்கங்களிலும், சாதாரணமாக, மேற்கூறப்பட்ட நிகழ்ச்சி ஏற்படுகின்றது. ஆனால், சில குறிப்பிட்ட செடிகளில் மட்டும், இந்த நிகழ்ச்சி மேற் கூறப்பட்ட பகுதிகளில் மட்டுமல்லாமல், வேறு சிலபகுதிகளிலும், சந்தர்ப்பங்களிலும் ஏற்படுகின்றது. உதாரணமாக, ஒரு வித்திலைத் தாவரங்களின் (monocoty ledons) பிரிவைச் சார்ந்த மரங்களின்

பக்கவாட்டிலும், செல்பிரிதலும், வளர்ச்சியும் ஏற்படுகின்றன. சுருங்கக் கூறின், செடியின் பாகங்களில், எங்கெங்கு ஆக்குத்திசு (meristem) அமைந்திருக்கின்றதோ அங்கெல்லாம், செல் பிரிதலும், வளர்ச்சியும் ஏற்படுகின்றது. எப்படியிருந்தபோதிலும், ஒரு செல் அதனதன் குறிப்பிட்ட அளவிற்கு முழு 'வளர்ச்சி அடைந்த பிறகுதான் (சில உதாரணங்களைத் தவிர்த்து) அதில் செல் பிரிதல் ஏற்படக்கூடும். ஆதலால், இதிலிருந்து செல்பிரிதலுக்கும், வளர்ச்சிக்கும் ஒரு தொடர்பு இருக்கின்றது என்று அறிகின்றோம். இந்த உண்மையைத் தாவரங்களின் மூலம் மிக எளிதாகத் தெரிந்து கொள்ளலாம். உதாரணமாக, வேர் நுனிப் பாகத்தை நீளப் போக்கில் வெட்டி, மைக்ராஸ்கோப்பின் உதவியைக் கொண்டு ஆராய்ந்து பார்ப்போமானால், அதில் மேற்கூறப்பட்ட நிகழ்ச்சி களின் அடிப்படையில், மூன்று முக்கிய பகுதிகள் அடங்கியிருப் பதைப் பார்க்கலாம். அவைகளாவன : (1) தோற்றுவிக்கும் பகுதி (initiating region) இந்தப் பகுதியில் செல்கள் எப்பொழுதும் செல் பிரிதல்களின் மூலம் தொடர்ச்சியாகச் செல்களை உண்டாக்கு கின்றன. இது வேரின் நுனிப்பகுதியில் அமைந்திருக்கின்றது. (2) மேற்கூறப்பட்ட பகுதிக்கு உட்புறமாக மேல்நோக்கி இருக் கின்ற பகுதியில், செல்களின் வளர்ச்சியும், செல்பிரிதல்களும் தொடர்ச்சியாக ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கும். இந்தப் பகுதியில் இருக்கின்ற செல்களில், செல் பிரிதல் நிகழ்ச்சியை விட வளர்ச்சி என்ற நிகழ்ச்சிதான் அதிக அளவில் ஏற்பட்டுக்கொண்டிருப்பதைப் பார்க்கலாம். இதன் காரணமாக, இந்தப்பகுதி செல்களின் சராசரி அளவு, மற்றவைகளைவிட பெரிதாக இருக்கின்றது. (3) இந்தப் பகுதி மேற் கூறப்பட்ட 2-ஆம் பகுதிக்குச் சிறிது உட்புற மாக மேல் நோக்கி இருக்கின்றது. இதில் மேற் கூறப்பட்ட பகுதி களுக்கு மாறாக, செல்பிரிதல்கள் ஏற்படாமல், வெறும் செல் வளர்ச்சி மட்டும்தான் ஏற்பட்டுக்கொண்டிருக்கும். இவ்வாறாக ஒரு வேர் நுனிப் பாகத்திலிருந்து, மேற்புறம் நோக்கிச் செல்லச் செல்ல, மேற் கூறப்பட்ட நிகழ்ச்சிகள் படிப்படியாக மாறிக்கொண்டு வருவ தாகக் கூறப்பட்டாலும், அவையவைகள் ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக் கின்ற பகுதிகளைப் பொறுத்தமட்டில், ஒரு பகுதி மற்றொரு பகுதி யுடன் இணைந்துஇருப்பதனால், அவற்றை முறையே பிரித் தறிவது எளிதான காரியமல்ல. வேர் நுனியின் முனைப்பாகம், குல்லாய் போன்ற உறையினால், (cap) பாதுகாக்கப்படுகின்றது. இந்த உறை பாகம் அதற்கான தோற்றுவிகளைப் (initials) பெற் றிருக்கின்றன. அதே சமயத்தில், இந்த உறை பாகம், மேற் கூறப்பட்ட வேர் நுனியின் நுனிப்பாகத்திலிருந்து செல் பிரிதலும், வளர்ச்சியும் ஏற்படாத ஒரு சிறு பகுதியினால் முறையே பிரிக்கப் பட்டிருக்கின்றது. (படம் 2.2).

செல் வளர்ச்சியைக் குறித்து ஆராய்ந்து. அதனுடைய போக்கை வரைகோடு படமாக (graph) வரைந்து. பார்க்கும் பொழுது. அது ஒரு ஸிக்மாய்ட் வளைவாக (sigmoid curve) அமைகின்றது. உதாரணமாக. ஒரு செல்லின் வளர்ச்சியின் போக்கையோ, (growth rate) அல்லது அதன் அளவையோ (size) அல்லது கனபரிமாணத்தையோ (valume) அல்லது வேறு எந்த வகையானதொரு இயல்பை எடுத்துக்கொண்டு அதைக் காலப் போக்கிற்குத் தக்கவாறு, அளந்து பார்க்கும்பொழுது, அது முதலில் குறைவாகவும், பிறகு படிப்படியாக அதிகரித்துக் கொண்டும், இந்த அதிகரிப்பு ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையை அடைந்தபிறகு கடைசியில் குறைந்துவிடுகின்றது என்பது வளர்ச்சியின் காரண மாக ஏற்படுகின்ற விளைவாக இருக்கின்றது.

தாவரச் செல்களின் வளர்ச்சியை ஆக்சின்கள் (auxins) கட்டுப் படுத்துகின்றன என்ற உண்மை எல்லாராலும் ஒப்புக்கொள்ளப் பட்டதாகும். இந்த வளர்ச்சி சம்பந்தப்பட்ட ஆக்சின்கள் ஆக்குத் திசுக்களில் தோன்றி அவற்றிலிருந்து பரவி வளர்ச்சியை ஏற்படுத்துகின்றன. ஆக்சின்களை இருவகையாகப் பிரிக்கலாம். செடிகளினால் இயற்கையாக உண்டாக்கப்படுகின்றவைகளை உள் தோன்றிய (endogenous) ஆக்சின்களென்றும், செயற்கை முறையில் தயாரிக்கப்பட்டதும், ஆனால் வளர்ச்சி சம்பந்தப்பட்டது மான ஆக்சின்களை வெளித்தோன்றிய (exogenous) ஆக்சின்கள் என்றும் இருவகைகளாகப் பிரிக்கலாம். இந்த வெளித் தோன்றிய ஆக்சின்களுக்கு உதாரணமாக, இண்டோல் அசடிக் அமிலம் (இஅஅ) (indole acetic acid ; IAA), கிப்பரிலிக் அமிலம் (கிஅ) அல்லது கிப்பரிலின் (gibberellic acid (GA) or gibberellin) முதலியவற்றைக் கூறலாம். இவை முறையே வளர்ச்சியை ஏற்படுத்தினாலும், செடிகளுக்குள் இயற்கையாக உள் தோன்றிய ஆக்சின்கள் எவ்வாறு செயல்படுகின்றன என்பது இன்னும் சரிவரப் புரிந்துகொள்ள முடியவில்லை. சாதாரணமாக, மேற் கூறப் பட்ட வெளித்தோன்றிய ஆக்சின்கள் ஒவ்வொன்றும் செல் உட்புற மாகத் தோன்றிய ஆக்சின்களின் அடர்த்தி நிலை (concentra tion) விட அதிகமான அளவில் செலுத்தப்படுகின்றது. இந்த ஆக்சின்கள் வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன என்று கூறப் பட்டாலும், அங்கங்கள், திசுக்கள் முதலியவற்றின் வளர்ச்சி நிலையைப் பொறுத்து, வளர்ச்சி ஏற்படுவதோ அல்லது தடுக்கப் படுவதோ ஏற்படுகின்றது என்பது மட்டுமல்லாமல், இந்த விளை வைக் குறித்துத் தெரிந்துகொள்வது மிகச் சிக்கலானதாகவும் இருக்கின்றது. இது சம்பந்தப்பட்ட ஒரு கோட்பாட்டின் அடிப்ப டையில் சிந்துத்துப் பார்க்கும்பொழுது, செல்களுக்குக் கிடைக்கின்ற

ஆக்சின்களின் அளவைவிட, அவற்றிற்கும், மற்ற உட்பொருள் களுக்கும் இடையே ஏற்படுகின்ற சமநிலையைப் (balance) பொறுத்திருக்கின்றது என்று தெரிய வருகின்றது. இதுவுமன்றி, ஆக்சின் களின் செயல்படுகின்ற முறையும் தெளிவாகத் தெரிந்துகொள்ள முடிவதில்லை.

நிட்சன், லாங்க் (Nitsan, Lang, 1966) என்பவர்களின் ஆராய்ச்சியின்படி, சிலவகைச் செல்களின் நீளப்போக்கு வளர்ச்சி (elongation) டிநூஅ (DNA) வினால், தூண்டப்படுகின்றது என்று கூறப்படுகின்றது. இது ஒரு வகையில் ஒத்துக்கொள்ளக் கூடியதாகவும் இருக்கின்றது. ஏனெனில், கிப்பரிலினை உட்செலுத்தும் பொழுது, நீளப்போக்கு வளர்ச்சி ஏற்படுவதிலும், அதேசமயத்தில், கிப்பரிலின் டிநூஅ-வின் சேர்க்கையை ஏற்படுத்துவதிலிருந்தும், இவற்றுக்கிடையே இருக்கின்ற தொடர்பைக் காட்டுவதோடல்லாமல், மேற் கூறப்பட்ட முடிவு மறைமுகமாகவும் தெரிய வருகின்றது. ரிநூஅ (RNA) வும், செல் வளர்ச்சிக்கு மிகவும் இன்றியமையாதது என்ற உண்மை மறக்க முடியாததாகும்.

செல் வளர்ச்சி சம்பந்தப்பட்ட மற்றொரு பிரச்சனை (problem) என்னவென்றால், இரண்டு செல்கள் ஒன்றுசேர்ந்து வளரும் பொழுது, அவற்றிற்கிடையே இருக்கின்ற தொடர்பு எத்தகையது என்பதாகும். இரு செல்கள் ஒன்றுடனொன்று சேர்ந்து வளரும்பொழுது, அவை சாதாரணமாக ஒரேவிதமாக வளருவதில்லை. இருந்தபோதிலும், சில வகையான செல்கள் ஒரே விதமாக ஒன்றுடனொன்று இணைந்து வளர்ச்சி அடைவதுண்டு. ஏனெனில், ஒரு செல்லின் பக்க உறை நீளும்பொழுதோ, அல்லது விரிவடையும்பொழுதோ அத்துடன் இணைந்து பக்கத்திலிருக்கும் செல்லின் பக்க உறை முன்னதைப் போன்று நீளவும், விரிவடையவும், செய்கின்றது. இதனால், அவையவைகளின் பக்க உறைகளில் காணப்படுகின்ற புரோட்டோ பிளாஸ்டிக் நுண்ணிழைகள் அல்லது பிளாஸ்மோடெஸ்மட்டா (plasmodesmata) அறுபடுவதில்லை. இந்தவகையான வளர்ச்சி முறையே ஒத்த வளர்ச்சி (symflasticgrowth) என்று கூறுவர்.

இதற்கு மாறாக, செல்களுக்கிடையே வளர்ச்சி ஏற்படும் பொழுது ஒரு செல்லினுறை அதன் பக்கத்தில் இருக்கின்ற மற்றொரு செல் உறையின் மீது நழுவிச் சென்று வளர்ச்சி அடையக்கூடும் என்று ஒரு காலத்தில் கருதப்பட்டது. இதனால், இரு செல்களில் ஒரு செல் மட்டும் நீண்டுக் கொண்டும், அதனையடுத்திருக்கும் செல், அளவு, மாற்றம் எதுவும் அடையாமலோ அல்லது ஒரு குறிப்பிட்ட குறைந்த அளவிற்கு மட்டும் ஏற்படக்கூடும். இத்

தகைய வளர்ச்சி முறைகளில், செல்லுறைகளில் காணப்படுகின்ற புரோட்டோபிளாஸ்மிக் நுண்ணிழைகள் அல்லது பிளாஸ்மோடெஸ்மட்டா அறுபடுவதற்கான சூழ்நிலை ஏற்படுகின்றது. இந்த வளர்ச்சி முறை நழுவும் வளர்ச்சி (sliding or gliding growth) என்று அழைக்கப்படுகின்றது. சிலசமயங்களில் ஒருசில செல்கள் ஒத்த வளர்ச்சி முறையின் அடிப்படையில் வளர்ந்தாலும் அவை அவ்வாறு நீண்டு கொண்டிருக்கும் பொழுது, இடையே இருக்கின்ற வேறு வகையான செல்களினூடே புகுந்து முழு வளர்ச்சியைப் பெறக்கூடும். இந்த வகையான வளர்ச்சி முறையை நுழைவு அல்லது இடைநிலைப்பட்ட வளர்ச்சி (intrusive or inter-positional growth) என்றழைக்கப்படுகின்றது. மேலும், இந்த வகை வளர்ச்சி செல்களின் நுனிகளில் மட்டும், அதிக அளவில் ஏற்படுகின்றது. இந்த நுழைவு வளர்ச்சியின் வாயிலாக, செல்கள் நீண்டு கொண்டிருக்கும் பொழுது, இவற்றின் செல்லுறைகளில் காணப்படும் புரோட்டோபிளாஸ்மிக் நுண்ணிழைகளுக்கும், இவற்றின் பக்கத்தில் இணைந்திருக்கும் செல்லுறைகளில் காணப்படுகின்றவைகளுக்கும், எந்த விதத் தீங்கும் ஏற்படுவதில்லை. ஆனால், வளர்ந்து நீண்டு கொண்டிருக்கும், செல்லின் நுனிப் பகுதிகளில் காணப்படும் புரோட்டோபிளாஸ்மிக் நுண்ணிழைகளும், இடையே காணப்படுகின்ற வேறு வகையான செல்களின் உறைகளில் காணப்படுகின்றவைகளும், அறுபட்டுப் போவதற்கான சந்தர்ப்பம் உண்டாகின்றது.

மேற் கூறிய வகைகளில் செல்கள் ஒன்றுடன் மற்றொன்று இணைந்திருக்கும் காலத்து ஏற்படுகின்ற வளர்ச்சி அறிந்துகொள்ளப்பட்ட போதிலும், வளர்ச்சி கண்ணுக்கு எளிதில் புலப்படாத வகையில் செடிகளின் உட்புறமாக ஏற்படுகின்ற காணத்தினாலும், அதனால் நேர்முகமாக ஆராய்ந்தறிவதற்கான சந்தர்ப்பங்களற்ற காரணத்தினாலும், இவற்றைக் குறித்து பலவகையான, விளக்கங்கள் நிலவி வருகின்றன. சிலர் கருத்தின்படி, ஒரு செல்லின் வளர்ச்சி, மேற்கூறப்பட்ட வகைகளில், ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட முறைகளிலும் ஏற்படலாம் என்பதாகும்.

3. சைட்டோபிளாஸம்

(Cytoplasm)

சைட்டோபிளாஸம் எல்லாச் செல்களிலும் எப்பொழுதும் அல்லது ஒரு குறிப்பிட்ட கால அளவு வரை காணப்படுகின்ற ஒரு முக்கியமான பொருளாகும். இது புரோடோபிளாஸத்தின் ஒரு கூறாக மதிக்கப்படுகிறது. இதனுடைய மற்றொரு பாகம் நூக்ளியஸாகும். ஆனால், தற்காலத்தில் புரோட்டோபிளாஸத்தை இவ்வாறாகப் பாகுபடுத்திப் பார்ப்பதற்குப்பதிலாக நூக்ளியஸையும் சைட்டோபிளாஸத்தையும் சேர்த்து சைட்டோபிளாஸம் என்று அழைக்கின்றார்கள். ஏனென்றால், செல்களைக் குறித்து மேன்மேலும் ஆராய்ச்சிகள் நடத்தித் தெரிந்துகொள்வதன்மூலம், சைட்டோபிளாஸத்தின் நுண் அங்கங்களுக்கும் (Organelles) நூக்ளியஸிற்கும் இடையே நெருங்கிய தொடர்பு இருப்பதன் காரணமாக, இவை இரண்டையும் ஒன்றுசேர்த்து சைட்டோபிளாஸம் என்றழைக்கப்படுகின்றது. இருந்தபோதிலும், நடைமுறை சௌகரியத்திற்காக நாம் இதுகாறும் இருந்து வருகின்ற பாகுபாட்டின் அடிப்படையில், சைட்டோபிளாஸத்தை வெவ்வேறு பகுதிகளாகப் பிரித்துத் தெரிந்துகொள்வோம்.

சைட்டோபிளாஸம் எல்லாச் செல்களிலும் காணப்படுகின்றதும், உயிர்த் தன்மையைக் கொடுக்கக் கூடியதுமான பொருள் என்று அறிகின்றோம். எப்பொழுதும் உயிருற்ற நிலையில் காணப்படுகின்ற செல்களில் எல்லாம் சைட்டோபிளாஸம், அவை அழிந்து படுகின்ற காலம் வரையிலும் இருந்து செயல்படுகின்றது. ஆனால், சிலவகையான செல்களில் மட்டும் அவை வளர்ச்சி அடைந்துகொண்டு வருகின்ற ஒரு குறிப்பிட்ட காலம் வரையில் சைட்டோபிளாஸம் இருந்து அதன் பிறகு அவை செயல்படுகின்ற காலத்து அவற்றில் இருக்கின்ற சைட்டோபிளாஸம் அழிந்துவிடுகின்றது. உதாரணம்: வெஸல் (Vessel), நார்த்திசு (Fibre) முதலியவைகளாகும்.

மைக்ராஸ்கோப்பின்மூலம் உயிருற்ற தாவரச் செல்களைப் பார்க்கும்போது அவைகள் தெள்ளத்தெளிவாகவும், ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று அவையவைகளின் செல்லுறைகளினுல் பிரிக்கப்பட்டும் பல சிறு அமைப்புகளாகக் காணப்படுகின்றன. ஆனால், பிராணிகளின் செல்கள் இந்த வகையில் காணப்படுவதில்லை. காரணம் என்னவென்றால், இவற்றிற்கிடையே தாவரச் செல்கள் காணப்படுகின்ற உறைகளிலிருப்பதில்லை. இதன் காரணமாகத் தாவரச் செல்களில் பல அறைகள் (Cellular) இருப்பதுபோல் பிராணிகளின் செல்களில் காணப்படுவதில்லை. இவ்வாறு, தாவரச் செல்கள் பல அறைகள் போன்ற அமைப்பைப் பெற்றிருந்தபோதிலும் ஒரு செல்லிற்கும் அதை அடுத்திருக்கின்ற ஏனைய செல்களுக்கும் இடையே, பிளாஸ்மோடெஸ்மட்டா (Plasmodesmata) என்று சொல்லப்படுகின்ற புரோட்டோபிளாஸ்மிக் நுண் இழைகளின்மூலம் ஒரு வகையான தொடர்பு ஏற்படுகின்றது. இருந்தபோதிலும், பிளாஸ்மாடெஸ்மட்டா செயலின் முக்கியத்துவத்தைக் குறித்து இன்னும் சரிவரத் தெரியவில்லை. உயிருற்ற செல்களின் உள்ளடக்கப் பொருள்கள், (சில வகையான செல்களின் பசுங்கணிகங்கள், (Chloroplasts) சிலவற்றின் சாற்றுக்குழிகள் (Vacuoles) ஆகியவற்றைத் தவிர்த்து) நிறமற்றும், மிகவும் தெளிவாகவும் காணப்படுகின்றன. எல்லா உயிருற்ற செல்களிலும், காணப்படுகின்ற நுண் அங்கங்களாவன (Organelles): மிட்டோக்காண்டிரியா (Mitochondria), கோல்கி அமைப்புகள் (Golgi bodies) நூக்ளியஸ்கள் (Nuclei), நூக்ளியோலூஸ்கள் (Nucleoli), குரோமோஸோம்கள் (Chromosomes), ரிபோஸோம்கள் (Ribosomes), வெவ்வேறு வகையான கணிகங்கள் (Plastids), டிக்டியோஸோம்கள் (Dictyosomes), லைஸோஸோம்கள் (Lysosomes), எண்டோபிளாஸ்மிக்வலை (Endoplasmic reticulum), லோமாஸோம்கள், (Lomasomes), ஸ்ஃபீரோஸோம்கள் (Sphaerosomes), இவற்றில் ஒரு சிலவற்றைச் சாதாரண ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பின் மூலம் ஓரளவிற்குப் பார்த்துத் தெரிந்துகொள்ள முடிகின்றது. உதாரணமாக, மிட்டோக்காண்டிரியா, கணிகங்கள், கோல்கி அமைப்புகள் போன்றவைகள் சிறு தூள்கள் போன்று காணப்படுகின்றன. மற்றவைகளையெல்லாம் தகுந்த முறைகளைக் கையாண்டு எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பின் மூலம், நன்கு தெரிந்துகொள்ள முடியும். ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பில் காணப்படுகின்றவைகளைக்கூட மேற்கொண்டு மிகவும் விரிவாகத், தெரிந்துகொள்ள வேண்டுமானுல், அவற்றைக் குறித்து எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பின் மூலம் தெரிந்துகொள்ள முடிகின்றது.

இயற்பியல் இயல்புகள் (Physical properties): சைட்டோபிளாசத்தில் முக்கியமாக, புரதம் (protein), லிப்பிட்கள் (lipids) நூக்ளியஸ் அமிலங்கள் (nucleis acids) முதலியவைகளும், மற்றும் சில பொருள்களும் அடங்கியிருக்கின்றன. இதில் புரதப்பொருள்கள் அடங்கியிருப்பதனுல், சைட்டோ பிளாசத்திற்கு சில பொது இயல்புகள் காணப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, புரதத்தின் பரமாணுக்கள், செயற்கை முறையில் சிதறடிக்கப்படும்பொழுது அவை பிரிக்கப்படுகின்றன. ஆனுல், இவ்வாறு பிரிக்கப் பட்டவைகள் சிதைவை நிறுத்தியபிறகு ஒன்று சேருகின்றன. இந்த இயல்பு திக்ஸோடிரோப்பிஸம் (thixotropism) என்று கூறப் படுகின்றது. மேலும், சைட்டோபிளாஸத்தை போலரைஸ்ட் ஒளியில் பார்க்கும்பொழுது மற்ருெரு இயல்பின் காரணத்தினுல் ஒரு குறிப்பிட்ட முறையில் காணப்படுகின்றது. எடுத்துக்காட்டாக சைட்டோபிளாசம் ஓட்டத்தில் இருக்கும்பொழுது பார்ப்போமானுல் அது மிகவும் பிரகாசமாகவும், அதே சமயத்தில் ஓட்டமற்ற நிலையிலிருக்கும்போது கருமையாகவும் காணப்படுகின்றது. இதற்கு முக்கியக் காரணம் சைட்டோபிளாசத்தில் அடங்கிருக்கின்ற புரதப் பரமாணுக்களின் சங்கிலி போன்ற கோர்வையும் அதனுல் ஏற்படுகின்ற அமைப்புமாகும். இதுபோன்ற நிலையை பைரிஃப்ரின்ஜன்ஸ் (birefringence) என்றழைக்கப்படுகின்ருர்கள். இதுவுமன்றி சைட்டோபிளாசத்திற்கு நெய்ப்புத்தன்மையும் (viscosity), நெகிழ்திறனும் (claticity) உண்டு.

சைட்டோபிளாசத்தின் ஓட்டமும் இதர சலனங்களும்: உயிருற்றிருக்கின்றவரையில் செல்களிலெல்லாம் பலவகையான மாறுதல்களில் ஒன்ருன சலனம் என்பது எப்பொழுதும் ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கிறது. பொதுவாக இந்தமாறுதல்கள் எல்லாம் தவிர்க்க முடியாதவைகள் மட்டுமல்லாமல், செல்களின் வாழ்வியல் பொறுத்த வரையில், அவை மிக அவசியமானதாகவும் கருதப் படுகின்றன. சைட்டோபிளாசத்தின் சலனம் இருவகைப்படும். ஒரு வகையின்படி, சைட்டோபிளாசம், செல்லைப் பொறுத்து, ஏதாவதொரு திசையில் ஓடிக்கொண்டிருக்கும். இதற்கு ஓட்டம் (streaming) என்று பெயர். மற்ருெரு வகையின்படி, சைட்டோபிளாசம், ஒரு ஒழுங்கற்ற முறையில் பல கோணங்களிலும், வெவ்வேறு திசைகளிலும் சுழன்றுகொண்டிருக்கும். இதற்குச் சுழல் (cyclosis) என்று பெயர். மேற் கூறப்பட்ட அசைவுகள் எத்தகையதாக இருந்தபோதிலும், சைட்டோபிளாசத்தில் அடங்கியிருக்கின்ற நுண்பொருள்கள் மட்டுமல்லாமல் வெவ்வேறு வகையான நுண் அங்கங்களும், ஒரு ஆற்று நீரோட்டத்தினுல் பொருள்கள் எடுத்துச் செல்லப்படுவதுபோல், இவையும், ஒவ்வொரு செல்லி

னுள்ளும் ஒரு தொகுப்பாக எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. மேலும், ஒரு செல்லைப் பொறுத்து, குறிப்பிட்ட நேரத்தில் குறிப்பிட்ட ஒரு சிறுபகுதியில் மட்டும்தான் மேற்கூறப்பட்ட சலனவகைகள் ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கும்.

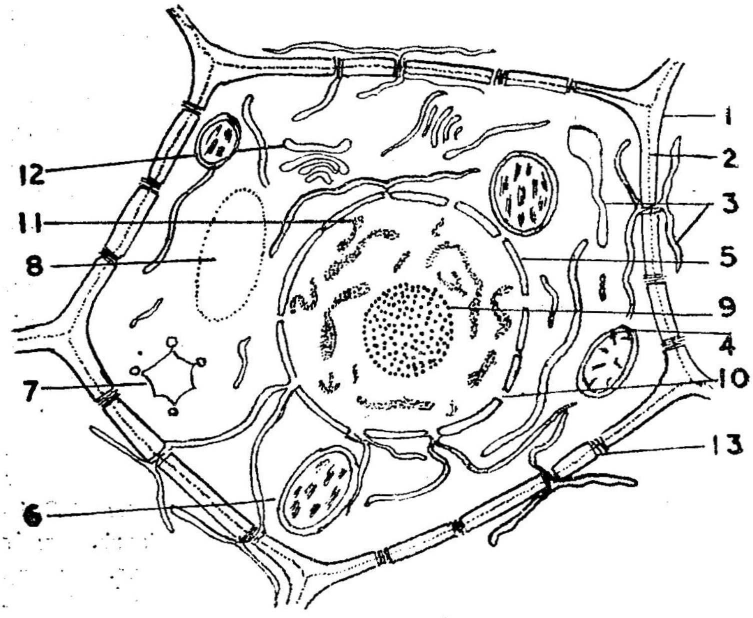
சமீபகாலத்து ஆராய்ச்சியின்படி, உயர்ந்த வகைத் தாவரங்களின் முதிர்ச்சி அடைந்த செல்களின் சைட்டோபிளாசம், பல அடுக்குகளுடன் இருக்கின்றது என்று மேற் கூறப்பட்ட சலன மாற்றங்களின் அடிப்படையில் பிரிக்கப்படுகின்றது. (Honda, Hongladaram & Wildman 1964) எடுத்துக்காட்டாக, செல்லுறையை அடுத்து எந்தவித அசைவுமில்லாமல் இருக்கக்கூடிய ஜெல் (gel) அடுக்கு இருக்கின்றது. இந்த அடுக்கில்தான் பசுங் கணிகங்களும், சிறிதளவிற்கு மிட்டோக்காண்ட்ரியாக்களும், ஸ்ஃபீரோஸோம்களும் அடங்கியிருக்கின்றன. இந்த அடுக்கை அடுத்து, உட்புறம் நோக்கி குறைந்தஅளவில் அசைவு ஏற்படுகின்ற இரு அடுக்குகள் இருக்கின்றன. இந்த இரு அடுக்குகளின், வெளிப்புற அடுக்கில் மீதி மிட்டோக்காண்ட்ரியாக்களும், இவற்றிற்கு உட்புறமாக இருக்கின்ற அடுக்கில் ஸ்ஃபீரோஸோம்களும், அடங்கியிருக்கின்றன. இந்த மூன்று அடுக்குகளில் உட்புறமாக இருக்கின்ற அடுக்கில்தான் சைட்டோபிளாசத்தின் ஓட்டம் மற்றவைகளில் ஏற்படுவதைவிட அதிக வேகமாக ஏற்படுகின்றது என்று காட்டப்பட்டிருக்கின்றது. பிராணவாயு (oxygen) அற்ற நிலையிலும், சுவாசித்தலைப் பாதிக்கக்கூடிய நிலைகளிலும், இந்த ஓட்டத்தின் வேகம் குறைவுறுகின்றது என்று சமீப காலத்தில் பரிசோதனைகளின் மூலம் காட்டப்பட்டிருக்கின்றது.

மைட்ரோக்காண்டிரியாவும், பசுங்கணிகங்களும், அப்பொழுதுக்கப்பொழுது அவற்றினுடைய நிலையை மாற்றிக் கொள்கின்றன. இவை, இவ்வாறு தங்களுடைய நிலையை மாற்றிக் கொள்வதற்கு, மேற்கூறப்பட்ட ஸைட்டோபிளாஸத்தினுடைய ஓட்டத்திலிருந்து வேறுபட்ட மற்றொரு வகையான அசைவும் காரணமாக இருக்கலாம் என்று கருதப்படுகின்றன. இது சம்பந்தப்பட்ட ஒரு கொள்கையின்படி, இவை இரண்டிற்கும், ஒரு தனிப்பட்ட அசைவு இருப்பதாகவும், அதே சமயத்தில் இவை, ஸைட்டோபிளாஸத்துடன் கூடவே சேர்ந்து அசைகின்றன என்றும், ஆனால், ஸைட்டோபிளாஸத்தின் ஓட்டத்தைவிட குறைந்த வேகத்தில் அசைவதாகவும் கருதப்படுகின்றது.

ஸைட்டோபிளாஸத்தின் ஓட்டம் எவ்வாறு ஏற்படுகின்றது என்பதைக் குறித்து, பல்வேறு கருத்து வேறுபாடுகள் இருந்து

வருகின்றன. அவற்றில் ஒரு கோட்பாட்டின்படி, எண்டோ பிளாஸ்மிக் வலையின் (endoplasmic reticulum) மெம்ப்ரேன்களில் ஏற்படுகின்ற மாற்றங்களினால், இந்த ஓட்டம் ஏற்படுகின்றது என்பதாகும்.

3-1. சைட்டோபிளாஸத்தின் மெம்ப்ரேன்கள் (Cytoplasmic membranes) : எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப் கண்டுபிடிப்பதற்கு முன்பே சைட்டோபிளாஸத்திற்கு மெம்ப்ரேன்களுண்டு என்று சில பரிசோதனைகளின்மூலம், ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பின் உதவியைக் கொண்டே அறிவிக்கப்பட்டது. உதாரணமாக, சைட்டோபிளாஸத்தைச் சுற்றி வெளிப்புறமாகவும், ஆனால் செல்லுறைக்கு உட்புறமாகவும், ஒருவகை மெம்ப்ரேன் இருக்கின்றது. இதுபோன்று



படம் 4.

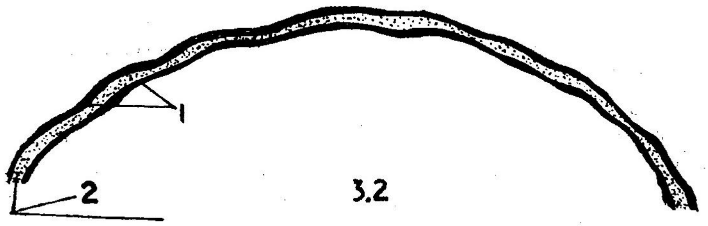
3-1. ஒரு தாவரச்செல்லின் எ.மை. தோற்றம்.

1. செல்லுறை ; 2. நடு அடுக்கு ; 3. எண்டோபிளாஸ்மிக் வலை; 4. மைட்டோக்காண்டிரியா ; 5. நுக்ளியஸ் உறை ; 6. பசுங்கணிகம் ; 7, டிக்டியோஸோம் ; 8. சாற்றுக் குழி ; 9. நூக்ளியோலூஸ் ; 10. நூக்ளியஸ் துளை ; 11. குரோமோஸோம் ; 12. கோல்கி அமைப்பு ; 13. பிளாஸ்மோடெஸ்மட்டா.

சாற்றுக்குழிகளைச் சுற்றியும், ஒரு மெம்ப்ரேன் இருக்கின்றது. முன்னதை எக்டோபிளாஸ்ட் (ectoplast) அல்லது பிளாஸ்மாலெம்மா (plasmalemma) அல்லது பிளாஸ்மா மெம்ப்ரேன் (plasma membrone) என்றும், பின்னதை, டோனேபிளாஸ்ட் (tonoplast) என்றும் முறையே அழைக்கப்படுகின்றன. இந்த இருவகையான மெம்ப்ரேன்கள் இருப்பதை சில பரிசோதனைகளின் மூலம் தெரிந்து கொள்ள முடிகின்றது. உதாரணமாக, பிளாஸ்மாலிஸிஸ் (plasmolysis) என்று கூறப்படுகின்ற நிகழ்ச்சி ஏற்படுவதிலிருந்து ஸைட்டோபிளாஸத்திற்கு மெம்ப்ரேன் இருப்பதாகத் தெரிந்து கொள்ள முடிகின்றது. மைட்டோஸிஸ் (mitosis) என்று சொல்லப்படுகின்ற செல்பிரிதல் ஏற்படும்பொழுது, நூக்ளியஸினுடைய மெம்ப்ரேன்கள் மறைந்தும், பிறகு மீண்டும் தோன்றுவதிலிருந்து அவற்றிற்கென்று தனிப்பட்ட மெம்ப்ரேன்கள் இருக்கின்றன என்று அறிகின்றோம். சவ்வூடுபரவுதல் (osmasis) நிகழ்ச்சியிலிருந்து கணிகங்களுக்கும், மைட்டோக்காண்டிரியாக்களுக்கும் மெம்ப்ரேன்கள் இருக்கின்றன என்று தெரிய வருகின்றது. மேற் கூறப்பட்ட வகைகளில் ஸைட்டோபிளாஸம், நூக்ளியஸ் சாற்றுக் குழிகள், கணிகங்கள், மைட்டோக்காண்டிரியா முதலியவைகளுக்கு மெம்ப்ரேன்கள், இருப்பதாகப் புலப்படுகின்றது. எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பின்மூலம் இவை இருப்பது உறுதிப்படுத்தப் பட்டபோதிலும், ஸைட்டோபிளாஸத்தின் ஏனைய பகுதிகளிலும், மெம்ப்ரேன்கள் அதிக அளவில் இருப்பதாகவும் தற்காலத்தில் அறிவிக்கப்பட்டுள்ளது. ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பின் மூலம், ஸைட்டோபிளாஸம் என்பது ஒரு தனிப்பட்ட சில நுண் அங்கங்களைப் (organclles) பெற்றுள்ள திரவ (liquid) அல்லது திடப் (solid) பொருள் என்று கருதப்பட்டு வந்தது. இதற்கு நேர்மாருகத் தற்காலத்தில் எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பின் உதவியினுல், ஸைட்டோபிளாஸத்தில் ஏறக்குறைய முழுவதிலும் மெம்ப்ரேன்கள் பரவியிருக்கின்றன என்று விளக்கப்பட்டிருக்கின்றது. (படம் 3.1) இந்த மெம்ப்ரேன்கள் தட்டுகள் (sheets) போன்றும், நுண் குழல்கள் (tubules) போன்றும், அமைந்திருக்கின்றன. எப்படியிருந்தபோதிலும், இவை எண்டோபிளாஸ்மிக் வலைகள் (endoplasmic reticulum) என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பில் நோக்கும்பொழுது, மெம்ப்ரேன்கள் வெவ்வேறு வகையினதாக இருந்தபோதிலும் அவையெல்லாம் ஒத்த இயல்புகளைப் பெற்றிருக்கின்றன என்று தெரிகின்றது. மிக மெல்லிய செக்ஷன்களைப் பார்க்கும்பொழுது, இவை ஒவ்வொன்றின் இடைப்பகுதியில் ஒரு வெளிர்க்கோட்டையும், (light line) அதன் இருபுறங்களிலும், முறையே ஒவ்வொரு கருங்

கோட்டையும் (dark line) பெற்றிருப்பதாகத் தெரிகின்றது. (படம் 3.2) இதுபோன்ற அமைப்பு பொதுப்படையானதாகக் காணப்பட்டபோதிலும், ஒரு சில மெம்ப்ரேன்களில் மட்டும், இந்த அமைப்பு இரட்டித்துக் காணப்படுகின்றது. இந்த இருவகையான, மெம்ப்ரேன்களில், முன்னதை மெம்ப்ரேன் கூறு (unit membrane) என்றும், பின்னதை இரட்டிப்பு மெம்ப்ரேன் (double membrane) என்றும் கூறப்படுகின்றது. (Robertson, 1962, 1964) கருங் கோடுகளின் அகலம் 2 நானோ மீட்டர் (nanometre) (1 நானோ மீட்டர் = 1 மில்லி மைக்ரான் (millimicron) ஆகவும், வெளிர்க் கோட்டின் அகலம் ஏறக்குறைய 3·5 நானோ மீட்டர் ஆகவும்



படம் 5.

3-2. மெம்ப்ரேனின் அமைப்பு.
1. அடர்த்தியான பகுதிகள்; 2. வெளிர்ப்பகுதி.

இருக்கின்றது என்று கணக்கிடப்பட்டிருக்கின்றது. இந்த வகையில் பார்க்கப்போனால் ஒவ்வொரு வகையான மெம்ப்ரேன் கூறும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவைப் பெற்றிருக்கின்றது. உதாரணமாக, கோல்கி அமைப்பினுடைய மெம்ப்ரேனின் அகலம், 8 நானோ மீட்டராகவும், பிளாஸ்மாலெம்மாவின் மெம்ப்ரேன் 9-10 நானோ மீட்டராகவும், 'எவ'வின் அகலம் 5-6 நானோ மீட்டராகவும் இருக்கின்றது. மெம்ப்ரேன் கூறின், அகலம் அதனுடைய முழு நீளத்திற்கும், ஒரே அகலத்தைப் பெற்றிருப்பதில்லை என்று தெரிகின்றது. உதாரணமாக, ஒருசில இடங்களில், அதன் அகலம் குறைவாகவும், வேறு சில இடங்களில், அதிகமாகவும் இருக்கக்கூடும். மேற்கூறப்பட்டதிலிருந்து மெம்ப்ரேன்களின் அமைப்பும், அளவும் பற்றிய சில வேறுபாடுகள் இருந்தபோதிலும், கால்சியம் (calcium) என்ற பொருள் மெம்ப்ரேன் அமைப்புகளில் எவ்வாறு முக்கியத்துவம் பெற்றிருக்கின்றது என்பதைக் குறித்து சரிவரத் தெரியவில்லை. உதாரணமாக, இந்தப் பொருள் குறைவு ஏற்படும் பொழுது, நூக்ளியஸ் மெம்ப்ரேனும், பிளாஸ்மாலெம்மாவும், டோனோபிளாஸ்டும் சிதைவுறுகின்றது என்று மட்டும் தெரி

கின்றது (Marinos, 1962). இப்பொழுது வெவ்வேறு வகையான மெம்ப்ரேன்களைக் குறித்து சிறிது விரிவாகத் தெரிந்துகொள்வோம்.

3-2. பிளாஸ்மாலெம்மா (plasmalemma) : பிளாஸ்மாலெம்மா (plasmalemma) ஒவ்வொரு உயிருற்றசெல்லிலும், சைட்டோ பிளாஸத்திற்கும் (cytoplasm) செல்லுறைக்கும் (cell wall) இடையில் காணப்படுகின்ற மிக நுண்ணிய மெல்லிய உறையாகும். வேறு வகையில் கூறவேண்டுமானல், சைட்டோபிளாஸத்தைச் செல்லுறையிலிருந்து வரையிட்டுக் காட்டக்கூடிய உறை என்றும் கூறலாம். இதுவே ஒவ்வொரு செல்லின் வெளிப்புற மெம்ப்ரேனு மாகும். இதற்கு எக்டோபிளாஸ்ட் (ectoplast), பிளாஸ்மா மெம்ப் ரேன் (plasma membrane) என்ற மறுபெயர்களும் உண்டு.

இதை ஒளி மைக்ரோஸ்கோப்பின்மூலம் காணமுடிவதில்லை. ஏனென்ருல், இதனுடைய தடிப்பு ஒளி மைக்ராஸ்கோப் வெளிப் படுத்தக்கூடிய சக்திக்கு (resolving power) அப்பாற்பட்டதாகும். இதைச் செல்லுறையிலிருந்து பிரிப்பது மிகவும் கடினம். எப்படி யிருந்தபோதிலும், எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப் (electron micro-scope) கண்டுபிடிப்பதற்கு முன்னதாகவே, இது ஒவ்வொரு உயி ருற்ற செல்லிலும் இருப்பதையும், அல்லது இருக்கவேண்டிய அவசியத்தையும், மறைமுகமாக, வாழ்வியல் பரிசோதனைகள் சில வற்றின்மூலம், அறியமுடிந்தது. மேலும், செயற்கை முறையிலும், இது ஒவ்வொரு உயிருற்ற செல்லிலும் இருக்கவேண்டிய இன்றி யமையாமையை ஊகிக்கமுடியும். உதாரணமாக, இரு வேறுபட்ட அடர்த்தித்தன்மை (concentration) பெற்றுள்ள கரைசல்கள் (solutions) ஒரு மெம்ப்ரேனினுல் பிரிக்கப்படும்பொழுது, அதிக அடர்த்தித்தன்மை பெற்றுள்ள கரைசல், குறைந்த அடர்த்தித் தன்மை பெற்றுள்ள கரைசலை நோக்கி, இந்த மெம்ப்ரேன்மூலம் ஊடுருவிச் செல்வதை நாம் கண்கூடாகப் பார்க்கின்ருேம். இந்த நிகழ்ச்சி இருபக்கத்திலுள்ள கரைசல்களின் அடர்த்தித் தன்மை சமநிலை அடைகிறவரை ஏற்பட்டுக்கொண்டிருக்கும். இந் நிகழ்ச்சி பரவல் (diffusion) என்று கூறப்படுகின்றது. அதே சமயத்தில், இவ்விரு கரைசல்களிலுள்ள கரைபொருள்களை (dissolved substances) அனுமதிக்காத அல்லது சிறிதளவிற்கு அனுமதிக்கக்கூடிய ஒருவகை மெம்ப்ரேனினுல் பிரிக்கப்படும் பொழுது கரைப்பான் (solvent) மட்டும், அதாவது நீர் மட்டும் உட்செல்கின்றது. இந்நிகழ்ச்சி, சவ்வூடுபரவுதல் (osmosis) என்று அழைக்கப்படுகின்றது. இதுபோன்ற நிகழ்ச்சி சாதாரண மாக, ஒவ்வொரு உயிருற்ற செல்லிலும், குறிப்பாக வேர்களின் செல்களில் ஏற்படுகின்றது. வேர்களின் செல்கள் நீரை உறிஞ்சி

உட்செலுத்துவதிலிருந்து செல்லுறைக்கும், சைட்டோபிளாஸத்திற்கும் இடையே மேற் கூறப்பட்ட மெம்ப்ரேன் ஒன்று அவசியம் இருக்கவேண்டும் என்பது நன்கு புலனாகின்றது. இந்த வகையில், இப்படிப்பட்ட மெம்ப்ரேனின்மூலம், வாயு (gas) சுலபமாகச் செல்லக்கூடும். நீரும், சிறிய பரமாணுக்களும் (molecules) பெரிய பரமாணுக்களைவிட எளிதில் செல்லக்கூடும். கொழுப்புப் போன்ற திரவத்தில் கரையக்கூடிய பொருள்கள், மற்ற திரவத்தில் கரையக் கூடிய பொருள்களைவிட துரிதமாகச் செல்லக்கூடியவைகளாகும். இதுபோன்ற மறைமுகமான கண்டுபிடிப்புகளின்மூலம், பிளாஸ்மாலெம்மா என்பது மிகவும் நேர்த்தியானதும், பொருள்களைத் தேர்ந்தெடுக்கக்கூடிய சக்தியையும், சிக்கலான அமைப்பையும் பெற்றுள்ள ஒரு உறை என்று கூறுவது சாலப் பொருந்தும். எப்படியிருந்த போதிலும், இது ஒரே விதமான எளியதொரு அமைப்பைப் பெற்றிருப்பதாக எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பின்மூலம் தெரிய வருகின்றது. மேலும், இதை எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பில் பார்க்கும்பொழுது, இது மூன்று அடுக்குகளாகக் காணப்படுகின்றது. (படம் 3.2) இந்த 3 அடுக்குகளின் மொத்த தடிப்பு 75-100 A° ஆகும். வெளிப்புறமாக இருக்கின்ற இரு அடுக்குகளும், அடர்த்தியானதும், கருமை நிறத்துடனும்கூடிய இரு கோடுகளாகவும், மைய அடுக்கு சிறிது அடர்த்தியற்றதும், குறைந்த நிறத்துடனும் காணப்படுகின்றன. (படம் 3-2) பிளாஸ்மாலெம்மாவின் விளிம்பு சமமாகவோ அல்லது சமமற்ற முறையிலோ இருக்கலாம். சமமற்ற முறையில் இருக்கும்பொழுது, அங்கங்கே ஏற்பட்டிருக்கின்ற சிறு பள்ளங்களில் நுண் தூள்களை (particles) பெற்றிருக்கின்றன. இவற்றை லோமாஸோம்கள் (lomasomes) என்றழைக்கிருர்கள். பொதுவாக இந்த மூன்று அடுக்கு கூட்டு அமைப்பு, மெம்ப்ரேன் கூறு (unit membrane) என்று கூறப்படுகின்றது. இந்த வகையான மெம்ப்ரேன் கூறு அமைப்பு உயிருற்ற செல்களிலுள்ள அநேக எல்லா மெம்ப்ரேன்களிலும் காணப்பட்ட போதிலும், அதனுடைய தடிப்புத் தன்மை வெவ்வேறு நுண் அங்கங்களைப் பொறுத்து, எவ்வாறு வேறுபடுகின்றது என்பதைக் குறித்து, பின் அத்தியாயங்களில் தெரிந்துகொள்ளலாம்.

பலவகையான வேதியியல் ஆராய்ச்சிகளின் அடிப்படையிலும், அமைப்பைப் பொறுத்த ஆராய்ச்சிகளின் வயிலாகவும், பிளாஸ்மாலெம்மாவைக் குறித்து ஒரு பொதுப்படையான அனுமானத்தின் (model) மூலமும் தெரிந்துகொள்ள முடிகின்றது.

பிளாஸ்மாலெம்மா லிப்பிட்களினுல் (lipids) ஆனவை. இந்த உண்மை நேர்முகமாக வேதியியல் ஆராய்ச்சிகளின் மூலமும்,

மறைமுகமாக உட்செலுத்துகின்ற அதன் தன்மைகளிலிருந்தும், தெரிந்துகொள்கின்றோம். இந்த லிப்பிட்களுடன் புரதமும் (protein) கலந்து, மெம்ப்ரேனின் மற்றொரு பகுதியாக அமைந்திருக்கின்றது. இதன் காரணமாக, இந்த வகை மெம்ப்ரேன்கள், லிப்போ புரத மெம்ப்ரேன்கள் (lipoprotein membranes) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. வெவ்வேறு செல் வகைகளில், மெம்ப்ரேன்கள், லிப்பிட்கள் போன்று, புரதப்பொருளைச் சாதாரணமாக ஒன்றிலிருந்து, நான்கு பங்கு வரைப் பெற்றிருக்கின்றன. ஆனால், ஒருசில மெம்ப்ரேன்களில், புரதப்பொருளைவிட லிப்பிட்கள் அதிக அளவில் இருப்பதும் உண்டு. லிப்பிட் பரமாணுக்கள் புரதத்தின் பரமாணுக்களைவிட அளவில் சிறியதாகவும், எடையில் குறைவாகவும் இருக்கின்றன. சாதாரணமாக, லிப்பிட்களின் பரமாணு எடை 1000 ஆகவும், புரதத்தின் எடை 10,000 — 100,000 ஆகவும் இருக்கின்றன. ஆதலால் 10-லிருந்து 100 லிப்பிட் பரமாணுக்களுக்கு ஒரு புரத பரமாணு என்ற விகிதத்தில் இருப்பதனால், மெம்ப்ரேன்களில், லிப்பிட் பரமாணுக்கள், புரதப் பரமாணுக்களைவிட மிக அதிக அளவில் இருக்கக்கூடும். ஆனால், இந்த நிலைக்கு விதிவிலக்காக, புரோக்கேரியோட்டுகளின் (procaryotes) வாயுக்குழிகளைச் (gas vacuoles) சுற்றியுள்ள மெம்ப்ரேன்கள் லிப்பிட்களைக் குறைவாகவும், புரதத்தை அதிகமாகவும் பெற்றிருப்பதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றது.

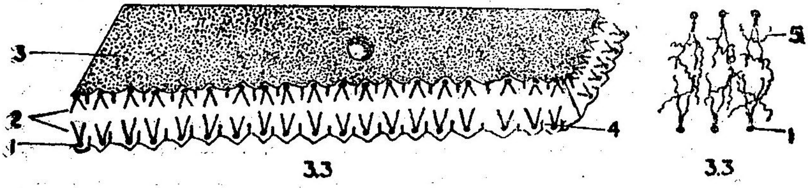
லிப்பிட்கள் குறிப்பாக மூன்று வகைகளில் பிளாஸ்மாலெம்மாவில் காணப்படுகின்றன. அவையாவன :

(1) கொழுப்பு (fat)

(2) பாஸ்ஃபோலிப்பிட்கள் (phospholipids)

(3) ஸ்டீராய்ட்கள் (steroids) இவற்றின் அடிப்படையில் பிளாஸ்மாலெம்மாவையும், வேறு வகையான செல் மெம்ப்ரேன்களையும் ஆராய்ந்து பார்ப்போமானால் அவற்றின் மைய அடுக்கு இரண்டு அடுக்குகளினாலான லிப்பிட் பரமாணுக்களைப் பெற்றிருக்கின்றன. இந்த மைய அடுக்கில் காணப்படும் லிப்பிட் பரமாணுக்கள், பாஸ்ஃபோலிப்பிட் (phospholipid) வகையையும், ஸ்ஃபீராய்ட் வகையையும், சேர்ந்தவைகளாக இருக்கின்றன. (படம் 3-3), மேலும், ஒவ்வொரு அடுக்கும் ஒரு பரமாணு அளவு தடிப்புடன் இருக்கின்றது. இந்த இடைப்பகுதிக்கு வெளிப்புறமாக, அதாவது செல்லுறைப் பக்கமும், உட்புறமாக அதாவது சைட்டோபிளாசத்தை அடுத்திருக்கின்ற பிளாஸ்மாலெம்மாவின் வெளிப்புற, உட்புற அடுக்குகள் புரதத்தினால் உண்டானவை

களாகும். இவ்வாறு, பிளாஸ்மாலெம்மாவின் வெளிப்புற உட்புற அடுக்குகள் புரதத்தினுல் ஆக்கப்பட்டவைகளாக, இருந்த போதிலும், புரதத்தினிடையே அவையவைகளின் பரமாணு அமைப்பைப் பொறுத்து வேறுபாடு காணப்படுகின்றது. இதன் காரணமாக, பிளாஸ்மாலெம்மாவை எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப் பில் பார்க்கும்பொழுது, வெளி, உட்புற அடுக்குகள் புரதத்தைப்



படம் 6.

3-3. பிளாஸ்மாமெம்ப்ரேனின் அனுமானம்

1. புரதப்பரமாணு; 2. லிப்பிட்பரமாணுக்களின் நீர் தவிர்க்கும் பகுதிகள் 3. அனுமானத்துளை; 4. லிப்பிட் பரமாணுக்களின் நீர் ஈர்க்கும் பகுதிகள்; 5- புரதம்.

பெற்றிருப்பனுல், மிகவும் அடர்த்தியான அடுக்குகளாகவும், மைய அடுக்கு லிப்பிட்களைப் பெற்றிருப்பதினுல், சற்று அடர்த்தி குறைவாகவும் காணப்படுகின்றன. வெளிப்புற, உட்புற அடுக்குகள் முற்றிலும், புரதத்தினுல் ஆனவைகளாக இருப்பதில்லை. அவற்றில், ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கு, லிப்பிட்களின் நீர் ஈர்க்கின்ற (hydrophilic) பகுதிகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. ஆனுல், மைய அடுக்கு லிப்பிட்களின், நீர் தவிர்க்கின்ற (hydrophobic) பகுதிகளைப் பெற்றிருக்கின்றது. இவ்வாறு, மூன்று அடுக்குகளைப் பெற்றிருக்கின்ற பிளாஸ்மாலெம்மாவின் மெம்ப்ரேன்கூறும் ஏனைய செல் மெம்ப்ரேன்களும் மேற்கூறப்பட்ட இரசாயன அடிப்படையில் அமைந்திருக்கின்றன. மேற்கூறப்பட்ட வகையில், மெம்ப்ரேன் ஒவ்வொன்றிலும் தொடர்ச்சியான அடுக்குகள் இருப்பதாக அறிகின்ரேம். ஆனுல், வேறு ஒரு கோட்பாட்டின்படி, இந்த அடுக்குகள், நுண் உருண்டைகள் அல்லது பல கோண வடிவங்களுடைய உப கூறுகளினுல் (subunits) ஆனவை என்று கருதப்படுகின்றது. வேறுசிலர், செல்களின் உள், வெளிப்புற சூழ்நிலைகளைப் பொறுத்து, மெம்ப்ரேன்கள் தொடர்ச்சியாகவோ, அல்லது நுண் உருண்டை அல்லது பல கோண வடிவங்களுடன்கூடிய உப கூறுகளாகவோ, இருக்கலாம் என்று கருதுகின்ருர்கள்.

மெம்ப்ரேன்கள் செயல்படுகின்ற விதம்: ஒவ்வொரு மெம்ப்ரேனும், மேற் கூறப்பட்ட வகையில் அமைப்பைப் பெற்றிருக்கின்ற காரணத்தைப் பொறுத்தும், இது ஒவ்வொரு செல்லிலும் அமைந்திருக்கும் இடத்தைப் பொறுத்தும், பார்க்கும்பொழுது, ஒரு முக்கியமான செயலைப் புரிகின்றது என்று ஊகித்தறியலாம். இதனுடைய அமைப்பு எவ்வளவுக்கெவ்வளவு சிக்கலாக இருக்கின்றதோ அந்த அளவிற்கு அது செயல்படுகின்ற முறையும், சிக்கலாக அமைந்திருப்பதைப் பின்வரும் குறிப்புகளிலிருந்து தெரிந்து கொள்ளலாம். பிளாஸ்மாலெம்மா வெளிப்புறச் சூழ்நிலையிலிருக்கும் நீரையும், நீரில் கரைந்திருக்கின்ற கரைசல் பொருள்களையும், செல்களின் உட்புறமாகச் செலுத்துதலில், முக்கியமாகச் செயல்படுகின்றது. முன் கூறியபடி, பிளாஸ்மாலெம்மா, லிப்பிட், புரதம் கலந்த இரு பரமாணுக்கள் அடுக்குகளாக இருக்கின்ற காரணத்திஞல், கரையக்கூடிய பொருள்கள் வெகுஎளிதில், இதன் மூலமாகச் சென்று செல்லின் உட்புறத்தை அடையமுடிகின்றது. ஆஞல், லிப்பிட்டில் கரையாத அனங்கக அயான்கள் (inorganic ions) உதாரணமாக, ஸோடியம் (sodium) அயோன்களும் (ions) பொட்டாசியம் (potassium) அயான்களும், தொடர்ச்சியான லிப்பிட் அடுக்குகளில் ஏற்படுகின்ற தடுப்பின்மூலம் உட்செல்கின்றன. சில பரமாணுக்கள், என்ஸைமின் (enzyme) உதவியிஞலும், வேறு சில, அதன் உதவியில்லாமலும் உட்செல்கின்றன. பரமாணுக்கள் மெம்ப்ரேன்களின்மூலம் உயிர்ப்பற்ற பரவல் (passive diffusion) முறையில் உட்செல்வது கீழ்க்கண்டவாறு ஏற்படுகின்றது என்று கருதப்படுகின்றது. இந்தவகை உட்செல்லுதல் லிப்பிட் அடுக்குகளில் இருக்கின்ற நுண்களைப் போன்ற சாதனங்களின் (channels) மூலம் ஏற்படுகின்றது என்பதாகும். இந்த நுண் துளைகள் என்பவை உண்மையில் துளைகளாக இல்லாமல், பரமாணுக்களின் குறிப்பிட்ட அமைப்புமுறையைப் பொறுத்து ஏற்படுகின்ற ஒருவகை சாதனத்தைக் குறிப்பதாகும். உதாரணமாக, மெம்ப்ரேனின், வெளிப்பரப்பிலிருந்து, உட்பரப்பு வரை நீர் ஈர்க்கும் பகுதிகள் ஒன்றுசேர்ந்து தொடர்ச்சியுற்று அமைவதஞல் மேற்கூறப்பட்ட சாதனம் ஏற்படலாம். லிப்பிட்டில் கரையாத அனங்கக அயான்கள் இந்த வகையில் ஏற்பட்ட சாதனங்களின் மூலம் உட்செல்லலாம் என்று கருதப்படுகின்றது. ஆஞல், நீர் தவிர்க்கும் பகுதிகள் ஒன்றுசேர்ந்து தொடர்ச்சியாக அமைந்திருப்பதஞல் இந்தவகை நுண் துளைப்போன்ற சாதனம் ஏற்படுவதில்லை. இந்தவகையில் ஏற்படுகின்ற சாதனத்தைத் தவிர, வேறு சில வகைகளிலும், நுண் துளைச் சாதனங்கள் ஏற்படலாம் என்று கூறப்படுகின்றது.

அவையாவன :

(1) இந்த நுண்துளைச்சாதனங்கள், பரமாணுக்களில் எப்பொழுதும் ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கின்ற அசைவினலும், பரமாணுக்களிடையே, அவையவைகளுக்கேற்ற பகுதிகளுடன், தற்காலிக அமைப்பு ஏற்படுவதனுலும், வலிமையுள்ள (dynamic) என்று சொல்லப்படுகின்ற தற்காலிகமாக நுண்துளைச் சாதனங்கள் ஏற்படுகின்றன.

(2) மெம்ப்ரேனின் உப கூறுகளுக்கிடையே (subunits) இருக்கின்ற பகுதிகள், நுண்துளைச் சாதனங்கள் போன்று பயன்படுகின்றன என்பதாகும்.

(3) அண்மையில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ஒருவகைக் கருத்தின்படி, மெம்ப்ரேன் என்பது லிப்பிட்டும், புரதமும் ஒன்றுசேர்ந்து வலைப்போன்ற அமைப்பைப் பெற்றிருக்கின்றது. இதன் காரணமாக, லிப்பிட்டில் கரையாத அனங்ககப் பொருள்கள் உட்செல்ல முடிகின்றது என்பதாகும்.

மேற் கூறப்பட்டதும், வெவ்வேறு வகைகளில் உண்டாகின்றதுமான நுண்துளைச் சாதனங்களின்மூலம் லிப்பிட்டில் கரையாத அனங்ககப் பொருள்களின் உயிர்பற்ற பரவல் ஏற்படுகின்றது என்பதைக்குறித்துத் தெரிந்துகொண்டோம். இப்பொழுது, உயிர்ப்புற்ற செல்லுதலில் (active transport) எவ்வாறு பல்வேறு பரமாணுக்கள் பிளாஸ்மாலெம்மாவைக் கடந்து செல்லினுள் செல்கின்றன என்பதைக் குறித்துத் தெரிந்து கொள்வோம். உதாரணமாக, உயிர்ப்புற்ற செல்லுதல், பர்மியேஸஸ்கள் (permeases) போன்ற சில வகை என்ஸைம்களினுல் ஏற்படுத்தப்படுகின்றன.

பிளாஸ்மாலெம்மா மற்ருெருவகை செலுத்துதலிலும் பங்கெடுத்துக் கொள்கின்றது. உதாரணமாக, பாக்டீரியா (bacteria) அல்லது வேறு சில உயிரினங்கள் செல்லினுட் செல்லும்பொழுது, அவை பிளாஸ்மாலெம்மாவினுல் ஏற்படுகின்ற மடிப்பினுல் சூழப்படுகின்றன. இந்த வகை நிகழ்ச்சிக்கு ஃபேகோஸைட்டோஸிஸ் (phagocytosis) என்று பெயர். இதுபோன்று, பரமாணுக்கள் அல்லது அவற்றைவிட பெரிய பரமாணுக்களின் அளவை உடைய தூள்கள் உட்செல்லும்பொது, அவை பிளாஸ்மாலெம்மாவின் மடிப்பினுல் சூழப்படுகின்றன. இந்தவகை நிகழ்ச்சிக்கு பீனுஸைட்டோஸிஸ் (pinocytosis) என்று பெயர். எப்படியிருந்த போதிலும், இந்த நிகழ்ச்சிகளின் தொடக்கத்தில், பிளாஸ்மாலெம்மா மடிப்புறுவதன்மூலம் சிறு குழிகள் (vesicles) உண்டாகின்றன. பிறகு

இவை செல்லினுள் செல்கின்றன. இதுபோன்ற நிகழ்ச்சிகளை சாதாரணமாக, ஒளி மைக்ரோஸ்கோப்பின் உதவியைக்கொண்டு பார்க்கலாம். இந்த இருவகையான நிகழ்ச்சிகளும், துரிதமாக ஏற்படும்பொழுது, பிளாஸ்மாலெம்மா செல்லுறை பாகத்திலிருந்து விலகி, சாற்றுக்குழிகளின் (vacules) மெம்ப்ரேன் போன்று செல்லினுள் செல்கின்றது. இவ்வாறு, விலகி உள்ளிழுக்கப்பட்ட பிளாஸ்மாலெம்மா இருந்த இடத்தில் புதியதொரு பிளாஸ்மாலெம்மா தோன்றுகின்றது. ஆனல், பிளாஸ்மாலெம்மாவின் தோன்றுதலுக்கும், அழிவுறுதலுக்கும், புதிப்பித்தலுக்குமிடையே உள்ள சம்பந்தம் எவ்வாறு ஏற்படுகின்றது என்பதைக் குறித்து இது வரையிலும், சரவரத் தெரியவில்லை.

ஃபாகோஸைட்டிக், பினோஸைட்டிக் குழிகளில் இருக்கின்ற பாக்டீரியா அல்லது பாக்டீரியா போன்ற உயிரினங்களும், பரமாணுக்களும், குழிகள் லைஸோஸோம்களுடன் (lysosomes) ஒன்று சேரும்பொழுது, உண்டாகின்ற என்ஸைம்களினுல், இவை ஜீரணிக்கப்படுகின்றன.

பிளாஸ்மாலெம்மாவின் தோற்றம் : இதைக் குறித்து மூன்று வகையான வேறுபட்ட கருத்துகள் நிலவி வருகின்றன. முதல் கருத்தின்படி, சக்தி வாய்ந்த லிப்போ புரதங்கள், ஸைட்டோபிளாஸத்தின் மேற்பரப்பில் ஒன்று சேருவதனுல், பிளாஸ்மாலெம்மா உண்டாகின்றது என்பதாகும். இரண்டாவது கருத்தின்படி, இது தனக்கென்று வளர்ச்சியும், பெருக்கமும் பெற்றுச் சுயேச்சையாக உண்டாகின்ற ஒரு நுண் அங்கம் என்று கருதப்படுகின்றது. மூன்ருவது கருத்தின்படி, கோல்கி குழிகளைச் (golgi vesicles) சூழ்ந்துள்ள மெம்ப்ரேன்களிலிருந்து இது தோன்றுகின்றது என்பதாகும். எப்படியிருந்த போதிலும், சில சூழ்நிலைகளைப்பொருத்தும், செல்களைப் பொருத்தும், மேற்கூறப்பட்ட மூன்று வகையான கருத்துகளும், ஒத்துக்கொள்ளக் கூடியவைகளாக இருக்கின்றன.

3-3. சாற்றுக்குழிகளும், டோனோபிளாஸ்ட்களும் (Vacuotes and Tonoplasts) : முழு வளர்ச்சி அடைந்த செல்களிலெல்லாம், சாற்றுக்குழிகள் நீரைப் பெற்றிருப்பதோடல்லாமல், அந்தச் செல்களின் இயல்புகள் பலவற்றில் இதுவும் ஒன்ருகக் காணப்படுகின்றது. ஆனல், முழு வளர்ச்சியடையாத செல்லில், இந்த சாற்றுக்குழிகள் அனேகமாக, ஏராளமான எண்ணிக்கையில் இருக்கின்றன. இருந்தபோதிலும், இவை செல்லின் மொத்த பரிமாணத்தில், ஒரு சிறிதளவு பாகத்தைதத்தான் பெற்றிருக்கின்றன.

செல்கள் வளர்ச்சியடைந்து கொண்டு வருகின்றபொழுது, வளர்ச்சியின் தொடக்கத்தில் காணப்படுகின்ற எண்ணற்ற சிறு சாற்றுக் குழிகளெல்லாம், ஒன்றுடன் ஒன்று இணைந்து, இறுதியில் செல்கள் முழு வளர்ச்சி அடைந்த பிறகு, தனிப்பட்ட ஒரு பெரிய சாற்றுக் குழியாக மாறுகின்றன. வளர்ச்சியின் இறுதியில் தோன்றுகின்ற இந்த தனிப்பட்ட பெரிய சாற்றுக்குழி, செல்லின் மொத்த பரிமாணத்தில், 90 சதவீதம் பங்கு பெறுகின்றது. மேலும், இப்படிப் பட்ட சாற்றுக்குழியினூடே சைட்டோபிளாஸ்மிக் நுண்ணிழைகள் செல்வதுமுண்டு. சாற்றுக்குழிகளின் மெம்ப்ரேன் மேன்மேலும், விரிவடைவதனால் அவை வளர்கின்றன என்று மேரினோஸ் (Marinos, 1963) என்பவர் கருதுகின்றார்.

பொதுவாக, சாற்றுக்குழியில் அடங்கியிருக்கும், பொருள்களைச் செல் சாறு (cell sap) என்று அழைக்கப்படுகின்றது. இந்தச் செல் சாற்றில், பல வகையான இரசாயனப் பொருள்கள் கரைசல் பொருள்களாக இருந்து அவையெல்லாம் கரைசல் நிலையிலோ அல்லது கொல்லாய்டல் (colloidal) நிலையிலோ காணப்படுகின்றன. சிலவேளைகளில், இதில் கொழுப்பும், அடங்கியிருப்பதுண்டு, சில உதாரணங்களில், செல்களினால் உண்டாகின்றதும் எளிதில் கரையக்கூடியதுமான பொருளும், செல் சாற்றில் கரைந்துவிடக்கூடும். உதாரணமாக, டேன்னின் (tannin) ஆந்தோஸயானின் (anthocyarin) என்ற பொருள்கள் செல்களினால் உண்டாக்கப்படுவதோடல்லாமல், அவை சாற்றுக்குழிகளில் அடங்கியிருக்கின்ற செல் சாற்றில் கரைந்து காணப்படுகின்றன. இதனால், திசுக்கள் (tissues) ஒரு குறிப்பிட்ட நிறத்தையும் அடைகின்றன. சில வேளைகளில், சாற்றுக்குழி அவற்றிலிருந்து நீக்கப்படாத பொருள்களைப் பெற்றிருப்பதிலிருந்து, அக்குழிகளைச் சுற்றியிருக்கின்ற டோனோபிளாஸ்ட் என்ற மெப்ரேன், வெளியேற்றுகின்ற செயலைப் புரிகின்றது என்று கூறலாம். வேறு சிலவேளைகளில், சர்க்கரை அல்லது சர்க்கரை போன்ற பொருள்களைச் சாற்றுக்குழிகள் சேமித்து வைக்கவும் பயன்படுகின்றன.

சாற்றுக்குழியைச் சுற்றி அமைந்திருக்கும் மெம்ப்ரேன் கூறு டோனோபிளாஸ்ட் என்று அழைக்கப்படுகின்றது. இது போன்ற ஒரு மெம்ப்ரேன் கூறு ஒவ்வொரு சாற்றுக்குழிக்கும் இருப்பதை எளியதொரு பரிசோதனையின் மூலம் தெரிந்து கொள்ளலாம். உதாரணமாக, சிலவகைப் பொருள்கள் சாற்றுக்குழிகளுக்குள் சென்றடைகின்ற வேகத்தை விட, சைட்டோபிளாஸத்திற்குள் அதிக வேகமாகச் செல்வதோடல்லாமல், சாற்றுக்குழிகளுக்குள் செல்வதற்கு முன்பு அவை சைடோபிளாஸத்தில் தங்கிவிடுகின்றன.

இதிலிருந்து சாற்றுக்குழிகளுக்கென்று ஒருதனிப்பட்ட தடுப்பு மெம்ப்ரேன் (borrier membrane) இருப்பதாகத் தெரிகின்றது, மேலும், ஒரு செல்லில் பிளாஸ்மாலிஸ் (plasmolysis) என்ற நிகழ்ச்சி ஏற்படும்பொழுது, அது தன் சாற்றுக்குழி நீரை இழந்து விடுவதனால் அதனுடைய மெம்ப்ரேனின் மேற்பரப்பு (surface area) குறைவுறுகின்றது. இந்தநிலையில் மெம்ப்ரேனைச் செல்லிலிருந்து பிரித்தெடுக்க முடியும். சாதாரணமாக, சாற்றுக்குழிகள் நீரைப் பெற்றிருக்கின்ற காலத்து டோனேபிளாஸ்ட் கோள வடிவத்தில் காணம்படுகின்றது, டோனேபிளாஸ்ட்கள் லிப்பிட்களை (lipids) அதிக அளவில் பெற்றிருக்கின்றன. அவை வகையீட்டு ஊடு பரவல் (differential permeality) என்ற இயல்பைப் பெற்றிருப்ப தற்கு இந்தப் பொருள்கள் முக்கிய காரணமாகும்.

ஒவ்வொரு டோனேபிளாஸ்ட்டும், மெம்ப்ரேன் கூற்றினால் ஆனது என்றும், ஒவ்வொரு மெம்ப்ரேன் கூறும் எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பில் பார்க்கும்பொழுது, அதன் இடைப்பாகத்தில் ஒரு வெண்ணிறக் கோட்டையும், அதன் இருபக்கங்களில் கருங் கோட்டைப் பெற்றிருப்பதாக முன்னரே தெரிந்து கொண்டோம். ஆதலால், டோனேபிளாஸ்ட் என்ற மெம்ப்ரேன் கூறும் இது போன்ற அமைப்பைப் பெற்றிருப்பதை எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ் கோப்பின் உதவியைக் கொண்டு அறிந்து கொள்கின்றோம்.

சாற்றுக்குழிகளின் தோற்றத்தைக் குறித்து இன்னும் சரிவரத் தெரிந்துகொள்ள முடியவில்லை. இருந்தபோதிலும், இவற்றின் தோற்றத்தைக் குறித்து, இரு வகையான அடிப்படையை ஆதார மாகக் கொண்டு விளக்கப்படுகின்றது. ஒன்று பௌதீக அடிப் படை, மற்றொன்று, ஒவ்வொரு சாற்றுக்குழியும் செல்லின் நுண் அங்கங்களில் ஒன்று என்று கூறுகின்ற செல்லியல் அடிப்படை என்பதாகும்.

பௌதீக அடிப்படையில் பார்க்கும்பொழுது, ஒவ்வொரு சாற்றுக்குழியும், நீர் பரமாணுக்களுக்கிடையே ஏற்படுகின்ற ஈர்ப்பினால், அவைஎல்லாம் ஒன்று சேர்ந்து சாற்றுக்குழிகள் உண்டாகின்றன. அதேசமயத்தில் முன்னதன் பக்கத்தில் இருக்கின்ற நீரைத் தவிர்க்கின்ற பரமாணுக்கள் (hydrophobic molecules) எல்லாம் ஒன்றுசேர்ந்து சாற்றுக்குழிகளுக்கு மெம்ப்ரேன்களாக மாறுகின்றன என்று விளக்கப்பட்டிருக்கின்றது. மேற்கூறிய வகையில் சாற்றுக்குழிகள் உண்டான பிறகு, இரு சாற்றுக்குழிகள் ஒன்றுடனொன்று சேரும்பொழுது, ஒத்த பரமாணுக்கள் ஒன்று சேர்வதனாலும், ஒவ்வாத பரமாணுக்கள்

அவற்றினின்று ஒதுக்கப்படுவதனுலும், இரண்டு சாற்றுக்குழிகள் இணைந்து ஒரு பெரிய சாற்றுக்குழி உண்டாகலாம் என்று கருதப் படுகின்றது.

ஒவ்வொரு சாற்றுக்குழியும், செல்லின் நுண் அங்கங்களில் ஒன்ருகக் கருதப்படும்பொழுது, அது அடக்கப்பொருள்கள் செறிந்த கோளவடிவ அமைப்பாகத் தோன்றுகின்றது, என்று எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ் கோப்பின் உதவியைக் கொண்டு, ஆக்குத்திசு செல்களை ஆராயும்பொழுது தெரியவருகின்றது. சில வேளைகளில், அது 'எவ,' (Er) வின் ஒரு பகுதியிலுள்ள இரட்டிப்பு மெம்ப்ரேன் கூறு பிரிவதிலிருந்து உண்டாகின்றது என்றும் தெரிகின்றது. எப்படியிருந்தபோதிலும், ஆக்குத்திசு அல்லாத செல்களில் உண்டாகின்ற சாற்றுக்குழிகள் 'எவ' அடங்கி யிருக்கின்ற பகுதிகளில், பொருள்கள் ஒன்று சேருவதிலிருந்து உண்டாகலாம் என்று தெரிகின்றது (Bowes, 1965), ஆனுல், ஆக்குத்திசு ஏனைய திசுச் செல்களில், சிதைவு அடைந்து கொண்டு வருகின்ற நுண் அங்கங்களிலிருந்தும், நூக்ளியஸ், ஸைட்டோ பிளாஸம் சிதைவடைகின்றதிலிருந்தும், சாற்றுக்குழிகள் உண்டா கலாம், என்று கருதப்படுகின்றது. (Bowes 1965 ; மற்ருெரு கோட் பாட்டின் படி, 'எவ'வின் நுண்குழாய்கள் (cisternac) விரிவடைந்து அது மேற்கொண்டு அதிக அளவித்கு 'எவ'வைச் சேர்த்துக் கொள் கின்றது. இவ்வாறு விரிவடைந்துகொண்டும் அதிக அளவில் மேன்மேலும், 'எவ' சேர்த்துக்கொள்வதனுலும், சாற்றுக்குழிகள் ஒரு சில தாவர இனங்களில் உண்டாகலாம் என்றும் வேறு சில இனங்களில், முன் கூறியபடி, சாற்றுக்குழி முன்னேடிகள் (prevacuolar bodies) விரிவடைந்து அதிக அளவில் 'எவ'வை எடுத்துக் கொள்வதனுல் சாற்றுக்குழிகள் உண்டாகலாம் என்றும் கருதப்படு கின்றது (Larsin, 1965).

3-4. எண்டோபிளாஸ்மிக் வலை ('எவ') Endoplasmic reticulurr) (Er): தற்காலத்திய ஆராய்ச்சிகளின் வாயிலாகவும், எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பின் மூலமும் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட செல்லினுடைய நுண் அங்கங்களில் மிக முக்கியமானதாக இந்த எண்டோபிளாஸ்மிக் வலை கருதப்படுகின்றது. இதை ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பின் மூலம் காணமுடிவதில்லை. இருவகை உயிரினத் தொகுப்புகளான புரோகேரியோட்டுகள் (procaryotes), யூகேரியோட்டுகள் (eucaryotes) இவை இரண்டில் எண்டோ பிளாஸ்மிக் வலை, பின்வகை உயிரினத் தொகுப்பில் மட்டும் அவற் றிற்கே உரியதொரு நுண் அங்கமாக அமைந்திருக்கின்றது. வேறு வகையில் கூறப்போனுல் புரோகேரியோட்டுகள் இந்த எண்டோ பிளாஸ்மிக் வலையைப் பெற்றிருப்பதில்லை. அதே சமயத்தில் யூகேரி

யோட்டுகள் இதைப் பெற்றிருக்கின்றன. எண்டோபிளாஸ்மிக் வலையைச் சுருக்கமாக 'எவ' என்று கூறலாம். மேலும், இது யூகேரியோட் செல்களில் காணப்படுவதோடு அல்லாமல் இது அதிக அளவில் விரிவுற்று சைட்டோபிளாஸத்தில் பரவிக் கிடக்கின்றது. இது, யூகேரியோட் செல்களின் சைட்டோபிளாஸத்திலிருந்து மெம்ப்ரேனால் வரையறுக்கப்பட்ட குழிகளாகப் பின்னல், வேலைப்பாடு போன்ற அமைப்புடன் காணப்படும். இப்படிப்பட்ட குழிகள் கிளைத்து, செல்லின் எல்லாப் பகுதிகளிலும் ஊடுருவிச் சென்று பரவி, ஒரு தொடர்ச்சியான கால்வாய் போன்ற அமைப்பைப் பெறுகின்றது. இதனுடைய மெம்ப்ரேனின் சில பகுதிகள் ஒரு புறத்தில் நூக்ளியஸின் (nucleus) உறையுடனும், மறுபுறத்தில் பிளாஸ்மாலெம்மாவுடனும் தொடர்புற்றிருக்கும். (படங்கள் 4-1 ; 4-4) எவ மெம்ப்ரேன்களால் ஆனவைகளாகும். இவற்றில் இரு வகைகள் உண்டு. ஒருவகை எவவின் மெம்ப்ரேன் வழவழப்புற்றதாகவும் (smooth) மற்றொரு வகையின் மெம்ப்ரேன் வழவழப்பற்றதாகவும் (rough) இருக்கின்றது. இதனுடைய மெம்ப்ரேன்கள் லிப்போபுரதத்தினால் (lipoprotein ஆனவை. 'எவ' மெம்ப்ரேனின் வெளிப்பரப்பில் ரிபோஸோம்கள் (ribosomes) பொருந்தி இருப்பதன் காரணமாக அது வழவழப்பற்றதாகக் காணப்படுகின்றது.

அதே சமயத்தில் வழவழப்பான 'எவ'வில் ரிபோஸோம்கள் அதன் மேற்பரப்பில் பொருந்தியில்லாத காரணத்தினால் அது அவ்வாறு காணப்படுகின்றது. எப்படி இருந்தபோதிலும், இந்த இருவகையான 'எவ'க்களும் ஒன்றுசேர்ந்து ஒரு தொடர்ச்சியுற்ற அமைப்பாக காணப்படுகின்றன. ஆனால், இவை இரண்டும், செல்களைப் பொறுத்து, வெவ்வேறு விகிதத்தில் காணப்படும். இது ஒவ்வொரு செல்லைப் பொறுத்து ஒரு முக்கியமான வேலையைச் செய்கின்றது. அதாவது, ஒவ்வொரு செல்லின் வெவ்வேறு பகுதிகளுக்குப் புரதம், என்சைம்கள், லிப்பிட்கள், வேறு பல பொருள்களை எடுத்துச் செல்ல மிகவும் பயன்படுகின்றது. வெவ்வேறு வகையான பொருள்கள், செல்லின் மற்ற பாகங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படாத சந்தர்ப்பங்களில், எவ ஒரு குறிப்பிட்ட கால அளவு வரை அவற்றைச் சேமித்து வைத்துக் கொள்ளவும் பயன்படுகின்றது. மேலும், இது என்சைம்களை எடுத்துச் செல்வதோடல்லாமல் வளர்சிதைமாற்றம் நிகழ்ச்சிகளில் (metabolic process) பங்கெடுத்துக் கொள்ளக்கூடிய பல வகையான என்சைம்களையும் பெற்றிருக்கின்றது.

'எவ'வை எந்த வகைச் சிதைவும் அதற்கு ஏற்படாமல், அதை முழுதாகச் செல்லில் இருந்து பிரிக்கமுடியாது. ஆனால்,

அதைச் சிறு கூறுகளாக (fragments) முன் அத்தியாயத்தில் விவரிக்கப்பட்ட செல் கூறுபடுத்தல் அல்லது ஒன்ருக்குதல் (fragmentation or homogenation) முறையில் பிரித்தெடுக்கமுடியும். இவ்வாறு பிரித்தெடுக்கப்பட்ட கூறுகள் ஒவ்வொன்றும் மெம்ப்ரேனிஞல் வரையறுக்கப்பட்ட குடுக்கைகளாக (vesicles) காணப்படுகின்றன. (படம் 1-5) இந்தக் குடுக்கை ஒவ்வொன்றும், பார்ப்பதற்கு எண்டோபிளாஸ்மிக் வலையிலிருந்து கிள்ளி எடுக்கப்பட்ட கூருகத் தோன்றுகின்றது.

'எவ'வை எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பின் உதவியைக் கொண்டுதான் தெளிவாகப் பார்க்கமுடியும் என்ற நிலை சமீப காலம் வரை இருந்து வந்த போதிலும், இதை ஃபேஸ்மைக்ராஸ் கோப்பின் (phase microscope) மூலமும், உயிருற்ற செல்களிலிருப்பதை அறிந்துகொள்ளமுடியும் என்பதைத் தற்காலத்தில் காட்டியிருக்கிருர்கள். யூகேரியோட் தொகுப்பைச் சார்ந்த தாவரங்கள், பிராணிகள் ஆகியவற்றின் உயிருற்ற செல்கள் எல்லாவற்றிலும் இது காணப்படுகின்றது. ஆனல், பாலூட்டிகளின் (mammalian) எரித்ரோஸைட்டுகளில் (erythrocytes) மட்டும் இது காணப்படுவதில்லை. ஏனெனில், இந்த எரித்ரோஸைட் நுக்ளியஸைப் பெற்றிருப்பதில்லை. இதுபோது மெம்ப்ரேனிஞல், சூழப்பட்ட, நூக்ளியஸைப் பெற்றிராத புரோக்கேரியோட் தொகுப்பைச் சார்ந்த தாவர, பிராணிகளின் உயிரினங்களின் செல்களிலும் 'எவ' காணப்படுவதில்லை. தாவர புரோக்கேரியோட்டுகளான பேக்டீரியா (bacteria) நீல-பச்சைநிற ஆல்ஜி (blue-green algae) போன்றவைகளைக் கூறலாம். வேறுவகையில் கூறப்போனல், மெம்ப்ரேனல் சூழப்பட்ட நூக்ளியஸிக்கும், 'எவ' விற்கும், ஒரு நெருங்கிய தொடர்பு இருக்கின்ற காரணத்தினல், முன்னதில்லாமல் பின்னதில்லை. என்ற நிலை ஏற்படுகின்றது. மேலும், ஆராயுமிடத்து 'எவ' நூக்ளியஸைச் சுற்றிச் சூழ்ந்திருப்பதோடல்லாமல், ஒரு சாராரின் கருத்துப்படி, இது நூக்ளியஸிஞல் உண்டாக்கப்படலாம் என்றும் கருதப்படுகின்றது.

'எவ'வின் முழுமையான முப்பக்கத் (three dimensional): தோற்றம் எவ்வாறு இருக்கும் என்று இதுவரையிலும் காட்டப்படவில்லை, ஆனல், இதுவரை விளக்கிக்காட்டப்பட்ட அமைப்பெல்லாம், அதனுடைய வெட்டுத் தோற்றத்தை மட்டும் தான் குறிப்பதாக இருக்கின்றது. ஒரு குறிப்பிட்ட முறையில், தயாரிக்கப்பட்ட வேர்நுனி செல்களிலிருக்கின்ற 'எவ' மட்டும், பல துளைகளையுடைய (femestratel) விரிப்புக்கள் (sheets) போன்று விரிந்து கிடப்பதாகக் காட்டப்படுகின்றது (படம் 4-2). வேறி,

மோலன்ஸாவர், லீச் (Whaley, Mollenhavers Leech, 1960). என்பவர்கள், ஆக்குதிசுவின் செல்களிலுள்ள (meristematic cells) 'எவ' தட்டையான பைகள் (sacs) போன்றவைகளாகவும், ஆனல் அதே சமயத்தில் செல்லுறைகளின் அருகிலிப்பவை குழல்கள் (tubules) போன்றும் இருக்கின்றன என்று கருதுகின்ருர்கள். செல்களில். இவை அடர்த்தித் தன்மைக்கும், பரவி இருக்கின்ற முறைக்கும், தண்டின் நுனியில் ஏற்படுகின்ற வளர்மாற்றத்திற்கும் ஒருவகையில் தொடர்பு இருப்பதாகக் கூறப்படுகின்றது. உதாரணமாக, நுனித்தண்டின் செல்கள் வெஜிடேடிவ் (vegetative) நிலையிலிருக்கின்ற வரைக்கும், அதனுடைய செல்களில் இருக்கின்ற 'எவ' செல்லுறையின் அருகில் பரவலாகப் பரவியிருக்கும். ஆனல், நுனித்தண்டின் செல்களில் மலர் மொட்டுக்களை உண்டாக்குவதற்கான நிலையைத் தூண்டப்பட்ட மூன்று மணி நேரத்திற்குள்ளாக அது ஸைட்டோபிளாஸம் முழுவதும் பரவிவிடுகின்றது, எப்படியிருந்தபோதிலும், 'எவ' வின் பரப்பு செல்களின் பரும அளவிற்குச் சமமாக அதிகரிக்கின்றது என்று பொதுப்படையாகக் கூறலாம். சில குறிப்பிட்ட செயற்கை முறைகளுக்குட்படுத்தும்பொழுது 'எவ' பலவகை மாறுதல்களை அடைகின்றன. உதாரணமாக, பிராணவாயு அற்ற நிலையில் இருக்கின்ற செல்களின் 'எவ' பெருக்கமடைந்து தொடர்ச்சியான மடிப்புகளுடன் கூடிய விரிப்புகளாகக் காணப்படுகின்றன (Mercerl Rathgefer, 1962). இது போன்று, பிராணவாயுவின் அழுக்கத்தைக் குறைக்கும் பொழுதும், அல்லது கரியமிலவாயு (Carbondioxide) அல்லது கார்பன்மோனே ஆக்சைட் (carbonmonoxide) அல்லது ஸயனைட் (cyaride) அல்லது கோல்க்கிஸைன் (colchicine) அல்லது காமா ஒளிக்கதிர்கள் (gama rays) அல்லது நைட்ரோஜன் (nitrogen) வாயு முதலியவைகளுக்கு உயிருள்ள செல்கள் உட்படுத்தப்பட்ட சில செக்கண்டுகளில் 'எவ'வின் அளவு மிகவும் அதிகரிக்கின்றது (Whaley, Caphart, Mollenhaver 1964). மேலும், ரிபோநூக்ளியஸீம் (riboruclease) 'எவ' வின் பெருக்கத்தை அதிகரிக்கச் செய்கின்றது. பிராணவாயு குறைவுபடும்பொழுது, 'எவ' ஒன்றுக்குள்ளொன்று அமைந்த வட்டங்களாக மாறுகின்றது. மேற்கூறிய எடுத்துக்காட்டுக்ளின் மூலம் தெரிவது என்னவென்ருல், அதிக அளவில் நிலைமாற்றமடையக்கூடிய (labibe) நுண் அங்கமாகும்.

மிக மெல்லிய வெட்டுத் துண்டுகளை ஆராய்ந்து பார்க்கும்பொழுது 'எவ' இரு கருங்கோடுகளுடன் இருப்பதாக முதன் முதலில் அறிவிக்கப்பட்டது, இவற்றில் ஒவ்வொரு கருங்கோடும் 8 நா. மீ. (nanometer, N. M.) ஒரு நானே மீட்டர் (நா. மீ.)=1

மில்லி மைக்ரான் (millimicron) தடிப்பும், இந்த இரு கருங்கோடு களினுல் பிரிக்கப்பட்ட வெளிர்க்கோடு (light line) 15-20 நா. மீ. தடிப்புற்றதாகவும் விவரிக்கப்பட்டது, ஆனுல், பின்னர் இப்படிப் பட்ட மெம்ப்ரேனை மெம்ப்ரேன் கூறு (unit membrane) என்று அழைத்தார்கள். ஆனுல், பின்னர் ஆராயப்பட்டபொழுது, ஒவ்வொரு கருங்கோடும் இரு கருங்கோடுகளைக் கொண்டதாகவும், அவை இரண்டிற்கும் இடையே, ஒரு வெளிர்க்கோடு இருப்ப தாகவும், தெரியவந்தது. ஆதலால், இந்த அடிப்படையில், ஒவ் வொரு 'எவ' வையும் கவனிக்கும்பொழுது, அது இரு மெம்ப்ரேன் கூறுகளைப் பெற்றிருக்கின்றது என்று தெரியவருகின்றது. இந்த இருமெம்ப்ரேன் கூறுகளுக்கு இடைப்பட்ட வெளிர்க்கோடு பகுதி யில் எங்கைலிமா (enchylema) என்று சொல்லப்படுகின்ற ஒருவித நீர் போன்ற திரவம் அடங்கி இருக்கின்றது. இரு மெம்ப்ரேன் களுக்கு இடைப்பட்ட வெளிர்க்கோடுகளின் அகலம் வெவ்வேறு அளவினதாக இருக்கக்கூடும். குடுக்கைகள் (vesicles) உண்டா வதற்கான அளவிற்கு, வெளிர்க்கோடு பகுதி அதிகரிக்கக்கூடும். இந்த அடிப்படையில் சுருங்கக்கூறின், 'எவ' என்பது இரு அலகு மெம்ப்ரேன்களினுல் ஆனதும், அவற்றிற்கிடையே இருக்கின்ற வெளிர்க்கோடு பகுதிகள் பார்ப்பதற்கு வெற்றிடமானதாகவும், ஆனுல், நீர்போன்ற திரவத்தைப் பெற்று, மெம்ப்ரேன்களினுல் சூழப்பட்டதாகவும், அதேசமயத்தில் அவை உயிருற்ற செல் முழுவதும் தொடர்ச்சியாகப் பரந்து கிடக்கும் குழல்கள் (tubules) அல்லது தட்டையான பைகளாகவும் (flat sacs) காணப்படுகின்ற நுண் அங்கமாகும்.

புரதச் சேர்க்கையிலும் (synthesis), சுரத்தலிலும் (secretion) இவை அதிக அளவு பங்கெடுத்துக் கொள்கின்ற ஒவ்வொரு செல்லிலும் சாதாரணமாக 'எவ' நன்கு உண்டாகியிருப்பதைப் பார்க்கலாம். புரதச்சேர்க்கை மேற்கூறப்பட்ட வழவழப்பற்ற 'எவ'வினுல் (rough surfaced ER) ஏற்படுகின்றது. இதற்கான அடிப்படைக் காரணம், 'எவ'வின் மெம்ப்ரேனின்மேல் பொருந்தி இருக்கின்ற ரிபோஸோம்களாகும் என்று முன்னரே தெரிந்து கொண்டோம். இந்த வழவழப்பற்ற 'எவ'வைப் பெற்றுள்ள சைட்டோபிளாஸத்தை எர்கோஸ்டோபிளாஸம் (ergastoplasm) என்றும் அழைக்கலாம். ஆனுல், வழவழப்புற்ற எவ (smooth surfrced ER) ஸ்டீராய்ட்களைச் (steroids) சுரத்தலில் பங்கு கொள் கின்றது. தாவரங்களைப் பொறுத்த மட்டில், வழவழப்புற்ற வழ வழப்பற்றதுமான இருவகை 'எவ'வும் இருக்கின்றன. சில சமயங் களில், ஒரே செல்லில் இந்த இருவகை 'எவ'வும் ஒன்றுடனென்று கலந்து தொடர்ச்சியாக இருக்கின்றன. ஒரு ஆய்வின்படி,

வழவழப்பற்ற 'எவ' செல்லுறைக்கு அருகிலும், செல்லின் ஏனையப்பகுதியில் வழவழப்புற்ற 'எவ'வும் இருப்பதாகக் காட்டப் பட்டிருக்கின்றது. தாவரங்களில், வழவழப்பற்ற 'எவ' விரிப்புகள் போன்றும், வழவழப்புற்ற 'எவ' விரிப்புகள் அல்லது குழல்கள் போன்றும் காணப்படுகின்றன. ஆனால், சிலவேளைகளில், உதாரணமாக, கேம்பியம் செல்களில் (cambium cells), குளிர் காலத்தில், வழவழப்புற்ற விரிப்புகள் போன்று இருக்கின்ற 'எவ' கோடைக் காலத்தில் அவை வழவழப்பற்ற 'எவ' வாக மாறுகின்ற தாகக் கருதப்படுகின்றது. ஃபுளோயத்தின் (phloem) துணைச் செல்கள் (companiam cells), ரெஸின் செல்கள் (resin cells) ஆகிய வைகளிலுள்ள 'எவ' மெம்ப்ரேனின் ஒரு பக்கம் வழவழப்புற்ற தாகவும், மற்றொரு பக்கம் வழவழப்பற்றதாகவும் இருக்கின்றது. மேற்கூறப்பட்ட வெவ்வேறு வகையான 'எவ' பிராணிகளின் செல் களைப் பொறுத்த மட்டில், காணப்படுவதில்லை. நன்கு முதிர்ச்சி அடைந்த செல்களிலுள்ள 'எவ' செல்லுறைகளுக்கும், நூக்ளியஸ் உறைக்கு இணைப்போக்கில் சாதாரணமாக அமைந்திருக்கின்றது. ஸைட்டோபிளாஸத்தின் தன்மை சிதைவுறுகின்ற இறுதி நிலையில் 'எவ' பெரிய குடுக்கைகள் போன்று விரிவடைகின்றது. 'எவ' இந்த நிலையை அடையும்பொழுது, அதனுடைய தொடர்ச்சியுற்ற நிலையும் அறுபடுகின்றது.

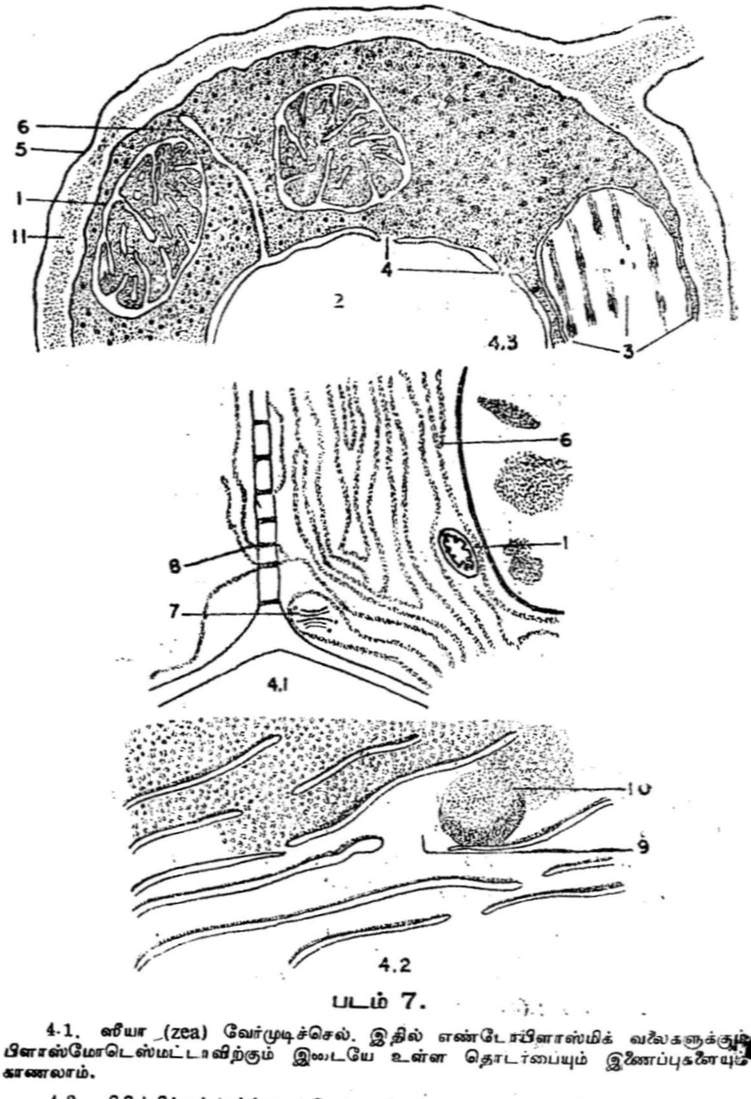
'எவ'வின் உள்ளிருக்கும் எங்கைலிமா என்று சொல்லப் படுகின்ற பொருள்கள், ஸைட்டோபிளாஸம், நூக்ளியஸ் உறை முழுவதும் பரவுவதற்குப் பயன்படலாம் என்று நம்பப்படுகின்றது. மேலும், 'எவ'வின் அகன்ற மேற்பரப்பில் என்ஸைம்கள் (enzymes) பரவியிருப்பதற்கும் பயன்படுகின்றது. வழவழப்பற்ற 'எவ' புரதச் சேர்க்கையிலும், வழவழப்பான 'எவ' லிப்பிட்களைச் சுரப்பிப்ப தற்கும் முறையே பயன்படுகின்றன. இந்த வகையான வேலைகளில் 'எவ' பயன்படுவதோடு அல்லாமல், அது ஒவ்வொரு செல்லின் உட்புறமாக ஏற்படவேண்டிய பொருள் ஓட்ட அமைப்பை (circu latory system) உண்டாக்கவும் உதவுகின்றது. 'எவ'வின் மூலம் சர்க்கரைப் பொருள்கள், அமினோ அமிலங்கள் (amino acids) 'அடிபா' (அடினோஸின் டிரைஃபாஸ்பேட்; ATP adenosine triphosphate) முதலியவைகளை அவையவை தேவைப்படுகின்ற பாகங்களுக்குக் கடத்திச் செல்ல உதவுகின்றது. ஒவ்வொரு செல் லினுள், 'எவ' பயன்படுவதுபோல், அது பிளாஸ்மோடெஸ்மாட் டாவுடன் தொடர்புற்று ஊடுருவிச் சென்று, அடுத்தடுத்திருக் கின்ற இரு செல்களுக்கிடையே பொருள்களைக் கடத்திச் செல்வ தற்கும் பயன்படுகின்றது. இதற்கு உதாரணமாக, சல்லடைக் குழாய்களைக் (sieve tubes) கூறலாம். சல்லடைக் குழாய்கள்மூலம்,

அங்ககப் பொருள்கள் (organic substances) ஒவ்வொரு செடியின் உயரத்திற்குத் தக்கவாறு, வெவ்வேறு உயரத்திற்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. சல்லடைக்குழாய்களில் கடத்தல் வேலை முக்கியமாக ஏற்படுகின்ற காரணத்தினுல், அவற்றில் பொதுவாக 'எவ' அதிக அளவில் நிரம்பி இருக்கின்றது. சல்லடைத் தட்டின் sieve plate) துவாரங்களில் (pores) 'எவ' திரள் திரளாக அமைந்திருப்பதின்மூலம் இந்த உண்மை நன்கு விளங்குகின்றது. இதுவுமன்றி, 'எவ' மற்ருெரு வகையிலும் செயல்படுகின்றது. அதாவது, செல்லுறை தோன்றுகின்ற நிகழ்ச்சியில் இது பங்கு கொள்கின்றது. 'எவ' புதிதாக உண்டான செல்லுறைகளுக்கு அருகில் அவற்றிற்கு இணைப்போக்கில் அமைந்திருக்கின்ற முறையிலிருந்து இந்த உண்மையை நன்கு புரிந்துகொள்ளலாம். எந்த எந்தச் செல்களில், செல்லுறைகள் மற்றவைகளைவிட அதிக அளவில் ஏற்படுகின்றதோ, அவற்றில் எல்லாம் 'எவ' அதிக அளவில் காணப்படுகின்றது என்று பொதுப்படையாகக் கூறலாம். இந்த அடிப்படையில், புறத்தோல் செல்களில் (epidermal cells), புறணி (cortex), ஸ்டீல் (stele) செல்களைவிட அதிகமாக 'எவ' காணப்படுகின்றது. நூக்ளியஸிற்கும், ஸைட்டோபிளாஸத்திற்கும் இடையே இருக்கின்ற தொடர்பு 'எவ'வினுல் உண்டாகின்றது. வழவழப்பான 'எவ' டேன்னின் (taunin) சேமித்தலிலும், மகரந்தக்குழாய் வளர்வதிலும், செல் பிரிதல் ஏற்படும்போது கதிர்கோல் அமைப்பை (spindla) தோற்றுவிப்பதிலும், தொடர்பு கொண்டிருக்கின்றது.

எவவின் தோற்றம் (origion of ER): இது குறித்து, கருத்து வேறுபாடுகள் இருந்தபோதிலும், 'எவ' நூக்ளியஸ் உறையுடன் இணைந்து தொடர்புற்று இருக்கின்ற நிலை மட்டும் எல்லோராலும் ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டுள்ள உண்மையாகும், ஏனென்ருல், இந்த வகைத் தொடர்பை எல்லா எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப் நிழற்படங்களிலும் காணலாம் (படம் 4-3). இதன் தோற்றத்தைக் குறித்து உலவி வருகின்ற கோட்பாடுகள் பின்வருமாறு:

1. 'எவ' நூக்ளியஸ் உறையின் வெளி மெம்ப்ரேன் கூறு (outer unit membrane) பைப்போன்ற கிளைத்தல்களில் இருந்து உண்டாகின்றது (Buttrose, 1963).

2. பெர்ன்முட்டைகள் (fern eggs) முதிர்ச்சி அடைந்து கொண்டு வரும்பொழுது, அவற்றின் நூக்ளியஸ்களின் உறை ஸைட்டோபிளாஸத்தை நோக்கி இழுக்கப்படுவதனுல் (evagimates) மெம்ப்ரேன் போன்ற அமைப்பு உண்டாகி, அதிலிருந்து கணிகங்களும் (plastids), மிட்டோக்காண்ட்ரியாக்களும், (mitochondria) 'எவ'வும் உண்டாகின்றன (Bells Muhletnaler 1962.)



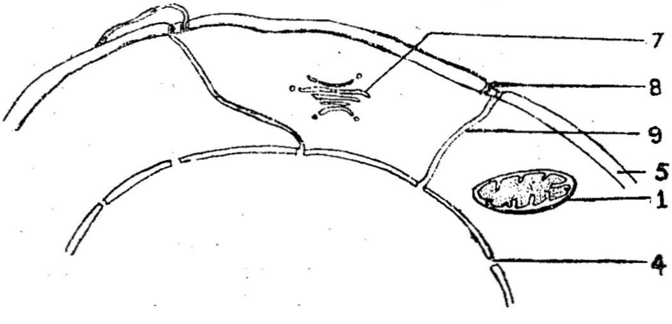
படம் 7.

4-1. ஸீயா (zea) வேர்முடிச்செல். இதில் எண்டோபிளாஸ்மிக் வலைகளுக்கும் பிளாஸ்மோடெஸ்மட்டாவிற்கும் இடையே உள்ள தொடர்பையும் இணைப்புகளையும் காணலாம்.

4-2. திரித்திக்கும் (triticum) வேர்நுனிச் செல்லின் ஒருபகுதி எண்டோபிளாஸ்மிக் விரிப்புகளில் இருக்கின்ற துளைகளைக் காணவும் இத்துடனிருக்கின்ற புரிந்து கொள்ள முடியாத அமைப்பையும் காணலாம்.

4-3. ஸ்பினஸியா (spinacia) இலைச் செல்லின் ஒருபகுதி நூக்ளியஸ் உறையின் துளைப்பகுதி வழவழப்பற்ற எண்டோபிளாஸ்மிக் வலையுடன் இணைந்திருப்பதைப் பார்க்கவும்.

இதிலிருந்து இந்த நுண் அங்கங்கள் தொடக்கத்தில், நூக்ளியஸ் உறையின் ஒரு பகுதியாகத் தோன்றுகின்றது என்றும், பிறகு அவையெல்லாம் நூக்ளியஸ் உறையினின்று அறுபட்டுத் தனித்து வெவ்வேறு நுண் அங்கங்களாக இயங்குகின்றன என்றும் நன்கு தெரிகின்றது.



4.4

படம் 8.

4-4. விஸியா (vicia) வேர். நுக்ளியஸ் உறை: எண்டோபிளாஸ்மிக் வலை. ளாஸ்மோடெஸ்மட்டா ஆகியவற்றிற்கிடையே உள்ள தொடர்பைக் காணவும்.

1. மைட்டோக்காண்டிரியா; 2. நூக்ளியஸ்; 3 பசுங்கணிகம்; 4. நூக்ளியஸ் துளை; 5. செல்லுறை; 6 வழவழப்பற்ற எண்டோபிளாஸ்மிக் வலை; 7. கோல்கி அமைப்புகள் 8. பிளாஸ்மோடெஸ்மட்டா; 9 எண்டோபிளாஸ்மிக்வலை; 10. புரித்து கொள்ளமுடியாத ஒரு அமைப்பு; 11. நடு அடுக்கு.

3. 'எவ', ஆக்குத் திசுக்களில், எல்லாம், தொடக்கத்தில் இருந்தே செல்லினுடைய ஏனைய அமைப்புகளில் ஒன்றாக இருந்து வரக்கூடிய அமைப்பாகும். ஆதலால் இந்த அடிப்படையில் சிந்திக்கும்பொழுது இது மற்றொரு 'எவ'வில் இருந்தோ அல்லது தனிப்பட்ட முறையில் ஒரு புது அமைப்பாகவோ தோன்றுவதில்லை என்று கூறலாம். சில குறிப்பிட்ட சந்தர்ப்பங்களில், 'எவ'வின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கின்ற காலத்தில் கூட, இது செல்களில் இருக்கின்ற பரமாணுக்கள் (molecules) மெம்ப்ரேன்களாக மாறுபடுவதனால் உண்டாகின்றதே தவிர, வேறு வகையில் மாறுபட்ட மற்றொரு நுண் அங்கத்தில் இருந்து உண்டாவதில்லை (Whaley, Kephart Mollenhaner, 1964).

பொதுவாகச் செல்லுறையில் தடிப்புத்தன்மை ஏற்படுவதற்கும் 'எவ' அமைந்திருக்கின்ற முறைக்கும், நெருங்கிய தொடர்பு இருப்பதாகக் கருதப்படுகின்றது. உதாரணமாக, சல்லடைக் குழாய்களில் சல்லடைத் தட்டுகளில் உண்டாகின்ற காலோஸ் (callose)

என்ற பொருள் தோன்றுவதற்கு 'எவ' ஏதுவாக இருக்கின்றது என்று கருதப்படுகின்றது. (Northcote Wooding, 1966). ஸைலத்தின் (xylem) நீர் செலுத்தும் அமைப்புகள் (conducting elements) வளர்ச்சி மாறுதல்களை (differentiation) அடைந்து கொண்டு வரும்பொழுது, அவற்றின் உட்புறமாக இருக்கின்ற சுருள் தடிப்புகளுக்கிடையே (spiral thickenings) உள்ள செல் லுறைப் பாகத்தில் 'எவ' அமைந்திருக்கின்றது. இதுபோன்று, சல்லடைக் குழாய்களிலும், சல்லடைத் தட்டுகளின் மேலும் அதிக அளவில் எவ படிந்திருக்கின்றது. இது இவ்வாறு ஸைலத்தின் நீர் செலுத்தும் அமைப்புகளிலும், சல்லடைத் தட்டுகளின் மேலும் படிந்திருக்கின்ற முறையை அடிப்படையாகக் கொண்டு பார்க்கப் போனால் இவை பொருந்தி இருக்கின்ற பகுதிகளில் மேற்கொண்டு செல்லுறைப் பொருள்கள் (cell wall materials) படியாமல் தடுப்ப தற்கும், அதே சமயத்தில் அவற்றைத் தடிப்புற்ற பகுதிகளை நோக்கிச் செலுத்துவதற்கும் எவ பயன்படலாம் என்று கருதப் படுகின்றது. (Porter, 1961; Heslch-Harrison, 1963; Pickett-Heaps Northcote, 1966; Northcote, Wooding, 1966.) ஆனால் இதற்கு விதிவிலக்காக, மேற்கூறப்பட்ட செல் வகைகளைத் தவிர, ஏனைய செல் வகைகளில், உதாரணமாக செல் இடைவெளிகளை (intercellular spaces) அடுத்திருக்கின்ற வேரின் புறணி (cortex) செல்களில் இருக்கின்ற 'எவ' செல்லுறைகளின் உட்புறத்தைச் சுற்றியும், அவற்றை அடுத்தும், அமைந்திருக்கின்ற பகுதிகளில் எல்லாம் தடிப்பு ஏற்படுகின்றது. செல்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைந்திருக்கின்ற பகுதிகளில் இருக்கின்ற செல்லுறை பாகம் மெல்லியதாக இருப்பதற்குக் காரணம் அந்தப் பகுதிகளில் 'எவ' செல்லுறைகளுக்கு இணைப்போக்கில் அமையாமல் அது நேர் கோணத்தில் உட்நோக்கி அமைந்திருப்பது காரணமாகக் கூறப்படு கின்றது. செல்லுறையின் தடிப்புத் தன்மையில் எந்த அளவு மாறுபாடும் ஏற்படாத நிலையில் 'எவ' அதற்கு இணைப்போக்கில் அமைந்திருக்கவும் கூடும். மேற்கூறப்பட்ட உதாரணங்களில் 'எவ' வெவ்வேறு வகைகளில் செயல்பட்டாலும், அவற்றிற்கு எல்லாம் ஒரு பொதுப்படையான விளக்கம் ஒன்று கூறமுடியும். 'எவ'வின் அமைப்பு, அடர்த்தித் தன்மை (concentration) ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் செல்லுறைகளை உண்டாக்குவதில் சம்பந்தப்படலாம் அல்லது ஏற்கெனவே இருக்கின்ற செல்லுறை களில் ஒருசில குறிப்பிட்ட அடக்கப் பொருள்களை (components) சிதைவு அடையச் செய்யலாம் என்பதாகும். மேலும் 'எவ' எங் கெங்கு செல்லுறைத் தோற்றம் சம்பந்தமான செயல்படுகின்றதோ அங்கெல்லாம் அது கோல்கி அமைப்புகளுடன் (golgibodies) சேர்ந்து செயல்படுகின்றது என்று தெரிய வருகின்றது.

'எவ' செல்லின் நுண் அங்கங்கள் எல்லாவற்றைக் காட்டிலும், மிக முக்கியமானது மட்டுமல்லாமல், சந்தர்ப்பத்திற்கும், சூழ் நிலைக்கும் ஏற்றாற்போல் நெகிழ்ந்தும், வளைந்தும் தன்னைத்தானே மாற்றி அமைத்துக் கொள்ளக்கூடிய வன்மை வாய்ந்ததாகும். உதாரணமாக, இருசெல்களை ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்பொழுது, அவை இரண்டும் எவவைப் பொறுத்தமட்டில் ஒரே மாதிரியாக காணப்படுவதில்லை. ஏனென்றால், ஒவ்வொரு செல்லிலும் அது அமைந்திருக்கின்ற முறை, மற்ற நுண் அங்கங்களுடன் அது கொண்டிருக்கும் தொடர்பு, அதனுடைய நீள அளவு அதன் மேற் பரப்பின்மேல் ரிபோஸோம்கள் அமைந்திருக்கின்ற முறை போன்ற வைகளைப் பொறுத்து வேறுபட்டுக் காணப்படுகின்றது. செல் களுக்கு இடையே, 'எவ' வைக் குறித்து இந்த வகைகளில் காணப் படும் வேறுபாடுகளினுடைய அவசியமோ அல்லது முக்கியத் துவமோ இதுவரையிலும், சரியாக விளக்கமுடியவில்லை. இருந்த போதிலும், 'எவ' பல தரப்பட்ட செயல்களில் பங்குகொள்ளலாம் என்று கருதப்படுகின்றது. ஆக்குத் திசுக்களிலுள்ள செல்களின் (meristematic cells) 'எவ' பல சிறு கூறுகளாக (fragments) இருக் கின்றன. இந்தநிலையில் காணப்படுகின்ற இவையெல்லாம், தொடர்புற்று, ஒன்றுசேர்ந்து ஒரே வகையில் செயல்படுகின்றனவா அல்லது ஒவ்வொன்றும் தனிப்பட்ட நிலையில், செல்களின் தேவை களுக்கு ஏற்றவாறு செயல்படுகின்றனவா என்பதைக் குறித்து நன்கு தெரியவில்லை. ஆக்குத் திசுக்களில் வளர்ச்சி மாற்றங்கள் ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கும்பொழுது ரிபோஸோம்கள் பரவி இருக் கின்ற முறை மாறுபடுகின்றது. உதாரணமாக, தொடக்கத்தில் ரிபோஸோம்கள், தனிப்பட்டு சுயேச்சையாக அதிக அடர்த்தி யான நிலையில் இருந்து செல்கள் வளர் மாற்றங்கள் அடைந்து கொண்டிருக்கும்பொழுது, அவை 'எவ'வுடன் இணைந்துவிடு கின்றன. இருந்தபோதிலும், இந்தவகையில் ரிபோஸோம்கள் நடந்துகொண்டாலும், இதனால் ஒரு செல்லில் சைட்டோபிளா ஸத்தின் பருமஅளவைப்பொறுத்து உண்டாகியிருக்கின்ற 'எவ'வின் அடர்த்தித் தன்மை மட்டும் மாறுபடுவதில்லை என்று தெரிகின்றது. மேலும் ஆராயுமிடத்து, சைட்டோபிளாஸத்தின் அளவு பதினைந்து மடங்காக அதிகரித்தபோதிலும், 'எவ'வின் பரப்பளவு மட்டும் தொடக்கத்திலிருந்த அதே விகிதத்தில்தான் காணப்படுகின்றது.

சில பிரத்யேகமான முறைகளைக் கடைப்பிடித்து ஆராய்ந்து பார்த்ததில், வழவழப்பற்ற 'எவ' மெம்ப்ரேன்களை அப்பொழுதுக் கப்பொழுது உண்டாக்கிக்கொண்டு வளருகின்றது என்று கூறப் பட்டிருக்கின்றது. இந்த புதிதாக உண்டாக்கப்பட்ட மெம்ப்

ரேன்கள் வழவழப்பற்ற 'எவ'வின் மெம்ப்ரேனின் ஒரு பகுதியாகவும் அல்லது வழவழப்புற்ற 'எவ'வின் ஒரு பகுதியாகவும் ஆகக் கூடும். குறிப்பாக பின் வகை உண்டாகும்பொழுது ரிபோ ஸோம்கள் அகற்றப்படுகின்றன.

3-5. ரிபோஸோம்கள் (Ribosomes): ரிபோஸோம்கள் ஒவ்வொரு யூகேரியோட் செல்லில் (eucaryatic cell) நூக்ளியஸினால் தோற்றுவிக்கப்பட்டுக் காணப்படுகின்ற நுண் அங்கங்களாகும். (organelles) இவை முக்கியமாகச் செல்களினுள் புரதத்தை (protein) [உண்டாக்குகின்ற செயலில் ஈடுபடுகின்றன. இருந்த போதிலும், சில குறிப்பிட்ட செல்களில் இவை மிகக் குறைந்த அளவிலோ அல்லது முற்றிலும் இல்லாமலோ இருக்கக்கூடும். உதாரணமாக, பாலூட்டிகளின் (mammals) சிவப்பு இரத்த அணுக்களையும், (red blood corpouscles) முழு வளர்ச்சியடைந்த விந்து செல்களையும் (sperm cells) கூறலாம்.

ரிபோஸோம்கள், ரிபோ நூக்ளியக் அமிலத்தையும் (ribonucleic acid) ரிபோஸோமல் ரிநூஅ ரிரிநூஅ (ribosomal RNA) என்று சொல்லப்படுகின்ற பேஸையும் (base) பெற்றிருக்கின்றன. நூக்ளியஸின் முக்கியமான வேலை ரிநூஅவை உற்பத்தி செய்து கொண்டிருப்பதாகும். அதேசமயத்தில். ரிரிநூஅ நூக்ளியஸி லுள்ள நூக்ளியோலூஸினால் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றது. பல பிரத்யேகமான முறைகளில் தயாரிக்கப்பட்ட செல்களை எலக்ட் ரான் மைக்ராஸ்கோப்பில் பார்க்கும்பொழுது ரிபோஸோம்கள் உருண்டை அல்லது எலப்டிக்கல் (elliptical) வடிவத்தைப் பெற் றிருக்கின்ற நுண் அங்கங்களாகக் காணப்படுகின்றன. இவை ஒவ்வொன்றின் குறுக்களவும் 150-250 A° ஆக இருக்கின்றது. இவற்றில் இருவகையான உபகூறுகள் (subunits) உள்ளன. ஒரு வகை பெரியதாகவும், மற்றொருவகை சிறியதாகவும் இருக்கின்றது. அளவில் பெரியதான ரிபோஸோம்கள் 'எவ'வுடன் சாதாரண மாகப் பொருந்தியிருக்கின்றன. மேலும், இவைதான் ரிபோஸோ மின் மொத்த எடையில், 60-70 சதவீதம் பங்கு கொள்கின்றன. பெரிய ரிபோஸோம்கள் இருக்கின்ற ரிநூஅவின் பரமாணு எடை (molecular weight) ஏறக்குறைய 1·5 மில்லியன் (million) ஆகவும், அதே சமயத்தில் சிறிய ரிபோஸோம்கள் சிறிய ரிபோஸோம்களி லிருக்கின்ற ரிநூஅவின் பரமாணு எடை இருமடங்கு அதிகமாகவும் இருக்கின்றது. எப்படி இருந்தபோதிலும். ஒரு செல்லைப் பொறுத்த மட்டில், ரிபோஸோமில் இருக்கின்ற ரிநூஅ பரமாணுவின் அளவு பெரியதாகவும், அதே சமயத்தில், ஒரு செல்லிலுள்ள மொத்த ரிநூஅவின் எடை சாதாரணமாக, 75 சதவீதமாகவும் (பேக்டீரி

யாவில் 90 சதவீதம்) இருக்கின்றது. வேறுவகையில் கூறப் போனுல், செல்லிலுள்ள ரிநூஅவின் பெரும்பகுதி ரிபோஸோம் களிஞல் வழங்கப்படுகின்றது.

ரிபோஸோம்களை இருவகையாகப் பிரிக்கலாம். ஒரு வகை தனித்துச் சுயேச்சையாக இருப்பவை (free) அதாவது இணையா தவை என்றும், மற்ருெரு வகை, இணைந்து இருப்பவை (bound) என்றும் கூறப்படுகின்றது. இணைந்த ரிபோஸோம்கள் என்பவை 'எவ'வின் மேற்பரப்பில் பொருந்தியிருக்கும். இதன் காரண மாக 'எவ' வழவழப்பற்ற (rough surfaced ER) வகையினதாக ஆகின்றது, என்று முன்னதாகவே தெரிந்துகொண்டோம். இணை யாத ரிபோஸோம்கள் மெம்ப்ரேன்களுடன் இணைந்திருப்பதில்லை, எப்படியிருந்தபோதிலும், இந்த இருவகையான ரிபோஸோம்களும். தூதுரிநூஅ (messenger RNA m: RNA) சேர்ந்து, பாலிஸோம் களை (polysomes) உண்டாக்குகின்றன. இதுபோன்று புரதச் சேர்க் கையிலும், (protein synthesis) பங்கு எடுத்துக் கொள்கின்றன. இணைந்த ரிபோஸோம்களுக்கும், இணையாத ரிபோஸோம்களுக்கும் இடையே மற்ருெரு வேறுபாடும் காணப்படுகின்றது. அதாவது, இணைந்த ரிபோஸோம்கள் புதிதாக உண்டாக்கப்படுகின்ற புர தத்தை 'எவ'வின் உட்புறம் நோக்கிச் செலுத்துகின்றது. ஆனுல், இணையாத ரிபோஸோம்கள் புரதத்தை நூக்ளியஸிலுள்ள ஹயலோ பிளாஸத்தில் (hyaloplasm) சேர்க்கின்றது. எந்தெந்தச் செல்களில், புரதச் சேர்க்கை அதிக அளவிலேற்படுகின்றதோ அந்தச் செல் களில் எல்லாம் இணைந்த ரிபோஸோம்கள் அதிக அளவில் காணப் படுகின்றன. இந்த அடிப்படையில் பார்க்கும்பொழுது, இணையாத ரிபோஸோம்கள், புரதச் சேர்க்கை (என்ஸைம்கள்) அதிக அளவில் ஏற்படுகின்ற செல்களிலெல்லாம் அதிகஅளவில் காணப்படு கின்றன. இந்த வகை ரிபோஸோம்களிஞல் உண்டான புரதம், (முன் வகையினுல் உண்டாக்கப்பட்ட புரதத்தைப் போலல்லாமல்) ஸைட்டோபிளாஸம், ஹயலாபிளாஸத்தில் சேர்க்கப்பட்டு உடனடி யாக உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றது.

ரிபோஸோம் தோற்றம் (Origin of ribosome): புரதச் சேர்க்கை அதிக அளவில் ஏற்படுகின்ற செல்களிலெல்லாம், நூக்ளி யோலுஸ் நன்கு உண்டாகியிருப்பதாகச் செல்லியல் நிபுணர்கள் பல ஆண்டுகளுக்கு முன்பு கண்டுபிடித்தார்கள். தற்காலத்தில் நடத்திய ஆராய்ச்சிகளின்மூலம், புரதச் சேர்க்கை அதிக அளவில் ஏற்படுகின்ற செல்களிலெல்லாம், ரிபோஸோம்கள் அதிக அளவில் இருக்கின்றன. என்பதாக முன்னரே தெரிந்துகொண்டோம். இந்த உண்மைகளை ஒன்றுபடுத்திப் பார்க்கும்பொழுது, நூக்ளியோலு

ஸுக்கும் ரிபோஸோம்களுக்கும் இடையே ஏதோ ஒரு நெருங்கிய தொடர்பு இருக்கவேண்டும் என்று தெரிகின்றது. ஸினேபுஸ் (xenopus) கருவின் நூக்ளியோலுஸ் உண்டாகாமலோ, அல்லது அசாதாரணமாகவோ உண்டாகியிருந்தால் அது இறக்க நேரிடு கிறது. இதற்கான காரணம், நூக்ளியோலுஸ் என்று தெரிய வந்தாலும், அடிப்படைக் காரணம் என்னவென்ருல், நூக்ளி யோலுஸினுல் உண்டாக்கப்படுகின்ற ரிபோஸோம்களும், இதன் மூலம் தோற்றுவிக்கப்படுகின்ற ரிநூஅவும் இந்த உயிரினத்தில் என்று இப்பொழுது தெரியவருகின்றது. இவற்றிற்கு இடையே இருக்கின்ற தொடர்பைக்குறித்துத் தெரிந்து கொள்வதற்கு முன்பு நூக்ளியோலுஸின் நுண் அமைப்பைக் குறித்து, தெரிந்து கொள்வது அவசியமாகிறது.

நூக்ளியோலுஸில் அதிக அளவில் ரிநூஅ சேர்க்கை ஏற்படு கின்றது. இதில் குறைந்த அளவு 5-10 சதவீதம் ரிநூஅ அடங்கி யிருக்கின்றது. மீதி பாகம் புரதத்தைப் பெற்றிருக்கின்றது. தனித் தெடுக்கப்பட்ட நூக்ளியோலூஸுடன் இணைந்திருக்கின்ற குரோ மாட்டின் (chromatin) சிறிதளவு டிநூஅவைப் பெற்றிருக்கக்கூடும். எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பில் பார்க்கும்பொழுது, நூக்ளி யோலுஸ் மிகச் சிக்கலான அமைப்பைப் பெற்றிருப்பதாகத் தெரி கின்றது. இதில் ரிபோநூக்ளியோ புரத நுண்மணிகளும், (ribo-nucleoprotein granules) நுண்நார்ப் பொருள்களும் (fine fibrillar material) அரூப (amorphous) பொருள்களும் அடங்கியிருக் கின்றன. மேற்கூறப்பட்ட பொருள் வகைகள் இருந்தபோதிலும், சாதாரணமாக, நூக்ளியோலுஸின் பகுதிகள் முறுக்குற்ற நுண் ணிழைகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. இந்த நுண் இழைகள் நுண் மணிகள் திரண்டிருப்பதாலோ அல்லது அரூபமற்ற பொருளில் அமைந்திருக்கின்ற நுண்ணிழைகளினுலோ ஆனதாகக் கருதப் படுகின்றது. சில சமயங்களில், இந்த நுண்ணிழைகள் நூக்ளியோ லோனீமா (nucleolonema) என்றழைக்கப்படுகின்றது. நூக்ளி யோலுஸ் மெம்ப்ரேனினுல் சூழப்பட்டிருப்பதில்லை. செல் பிரிதல் ஏற்படுவதற்கு முன்பு இது குரோமட்டினுடைய ஒரு பிரத்யேகமான பகுதியுடன் இணைந்திருக்கின்றது. இந்தப் பகுதிக்கு நூக்ளியோலூ ஸுடன் இணைந்த குரோமாட்டின் (nucleolus associated chromatin) என்று பெயர். இந்தப் பகுதி நூக்ளியோலூஸ் பொருளில், ஆழமாக ஊடுருவிச் செல்கின்றது. செல் பிரிதலில் குரோமோஸோம்கள், (chromosomes) நன்கு தெரிகின்றபொழுது, நூக்ளியோலுஸ் முன் னதன் ஒரு குறிப்பிட்ட பிரத்யேகமான பகுதியுடன் இணைந் திருப்பதைப் பார்க்கலாம். இந்தப் பகுதிக்கு நூக்ளியோலூஸ் ஆர்கனைஸர் (nucleolus organizer) என்று பெயர். இதுவும் முன்

கூறப்பட்ட நூக்ளியோலூஸுடன் இணைந்த குரோமாட்டின் பகுதியும்(செல் பிரிதல் ஏற்படாதபொழுது) ஒன்றையே குறிப்பிடுகின்றது என்று கருதப்படுகின்றது.

நூக்ளியோலூஸிலுள்ள நுண்மணிகள் புதிதாகத் தோன்றிய ரிபோஸோம்களைக் குறிப்பதாக முதன்முதலில் கருதப்பட்டது. ஆனால், தற்காலத்தில் கிடைத்த ஆதாரம் இந்த உண்மைக்குப் புறம்பானதாக இருக்கின்றது என்று கருதப்படுகின்றது. தக்க முறையில் பிரித்தெடுக்கப்பட்ட நூக்ளியோலூஸ் முழு வளர்ச்சியடைந்த சில ரிபோஸோம்களைப் பெற்றிருப்பதாக இப்பொழுது காட்டப்பட்டிருக்கின்றது. நூக்ளியோலூஸுகள் அதிக அளவில் ரிநூஅவையும், வளர்சிதை மாற்றத்தில் (metatolie) சம்பந்தப்பட்ட ரிநூஅவையும், பெற்றிருக்கின்றன. இந்த ரிநூஅ, ரிரிநூஅ பரமாணுக்கள் பிறகு பிரிவுற்றும், மாற்றமடைந்தும், ரிபோஸோம்களின் அடக்கப் பொருள்களாக (constituents) ஆகின்றன. இந்த வகையான மாற்றங்கள் எல்லாம் நூக்ளியோலூஸ்களில் ஏற்படுகின்றன என்று பொதுப்படையாகக் கூறலாம். இருந்தபோதிலும், ரிபோஸோம்களும், பாலிஸோம்களும் (polysomes) உண்டாவதற்கானவகையில், ரிநூஅவும், புரதமும் ஒன்று சேருகின்ற முறையும், அது சம்பந்தப்பட்ட மாற்றங்களும் எவ்வாறு ஏற்படுகின்றன என்பதைக் குறித்து ஆராய்ச்சிகள் நடந்து வருகின்றன. ஒரு வகையில் பார்க்கப் போனால் ரிரிநூஅ சம்பந்தப்பட்ட மாற்றங்கள் நூக்ளியோலூஸுடன் இணைந்த குரோமாட்டின் அல்லது நூகளியோலூஸ் ஆர்கனைசர் என்று கூறப்படுகின்ற பகுதிகளில், ஏற்படலாம் என்று நம்பப்படுகின்றது. ஆனால், ரிடோஸோம்களோ, ரிநூஅ நூக்ளியோலூஸின் நுண்மணிகள் போன்ற பகுதிகளாக மாற்றமடைந்து, பிறகு அவை ரிடோஸோம்களின் உபகூறுகளை (subunits) ஒருவேளை தோற்றுவிக்கக்கூடும் என்று கருதப்படுகின்றது.

நூக்ளியோலூஸ் ஆர்கனைஸர் அல்லது நூக்ளியோலூஸுடன் இணைந்த குரோமாட்டின் மேற்கூறப்பட்ட செயலில் பங்கு பெறுவதுடன், மற்றொரு வகையான செயலிலும், பங்கு வகிக்கின்றது. சாதாரணமாக, செல் பிரிதல் ஏற்படுவதற்கு முன்பு, தெளிவாகவும் ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கை அளவில் இருக்கின்ற நூக்ளியோலூஸ் அது ஏற்பட்டு கொண்டிருக்கின்ற தொடக்க நிலைகளில், மறைந்தும் பிறகு செல் பிரிதலின் இறுதிநிலைகளில் மீண்டும் தோன்றுகின்ற உண்மை எல்லோராலும் ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டதாகும். இதுபோன்ற நூக்ளியோலூஸ் சம்பந்தப்பட்ட மாற்றங்கள் எவ்வாறு நிகழ்கின்றது என்பதைக் குறித்து, சிறிது தெரிந்துகொள்

வோம். நூக்ளியோலூஸ் மீண்டும் தோன்றுவதற்கு முன்பு, முதன் முதலில் சிறிய நூக்ளியோலூஸ் போன்ற அமைப்புகள் உண்டாகின்றன. இவையெல்லாம், ஒன்றுசேர்ந்து, ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நூக்ளியோலூஸ்களை (செல்லின் குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கைக்குத் தக்கவாறு) தோற்றுவிக்கின்றன. இந்தஉண்மை இவ்வாருக இருக்கும்பொழுது, இந்த சிறு நூக்ளியோலூஸ் போன்ற அமைப்புகள் எவ்வாறு உண்டாகின்றன என்ற கேள்விக்குத் தகுந்த பதில் இதுகாறும் கிடைக்கவில்லை. இருந்தபோதிலும், இதைக்குறித்து, இரு வகையான கோட்பாடுகள் இருந்துவருகின்றன. அவை பின்வருமாறு :

(1) குரோமோஸோம்களின் பல பகுதிகளில் உண்டாக்கப்பட்ட பொருளை, நூக்ளியோலூஸ் ஆர்கனைஸர் அல்லது நூக்ளியோலூஸுடன் இணைந்த குரோமாட்டின் ஒன்றுசேர்த்து வைத்துக் கொண்டு, அதை விடுவிக்கலாம். அல்லது

(2) நூக்ளியோலூஸ் மறைகின்ற பொழுது, இது சம்பந்தப்பட்ட பொருளை குரோமோஸோம்கள் சேமித்து வைத்துக்கொண்டு பிறகு விடுவிக்கக்கூடும் என்பதாகும். சில உயிரினங்களின் செல்கள் ஒவ்வொன்றும், இயற்கையாகவோ அல்லது செயற்கை முறைகளிலோ பல நூக்ளியோலூஸ்களைப் பெற்றிருக்கக்கூடும். இப்படிப்பட்டவற்றில் நூக்ளியோலூஸ்களின் எண்ணிக்கைக்குத் தக்கவாறு, பல தனிப்பட்ட வெவ்வேறு நூக்ளியோலூஸ் ஆர்கனைஸர்கள் இருக்கின்றன.

எல்லா யூகேரியோட் செல்களிலும் புரதச் சேர்க்கையில் விறுவிறுப்பாகப் பங்கெடுத்துக் கொள்கின்ற செல்களிலும், நூக்ளியோலூஸ்கள் இருப்பதாக, ஒளி மைக்ராஸ்கோப் நிபுணர்கள் முதன் முதலாகத் தெரிவித்தார்கள். பிறகு செல் வேதியியல் நிபுணர்கள் நூக்ளியோலூஸ்களிலும் ஸைட்டோபிளாஸத்திலும் ரிநூஅ இருப்பதாகக் கண்டார்கள். ஸைட்டோபிளாஸத்தில் ரிநூஅ இருப்பதற்கு காரணம், நூக்ளியோலூஸினுல் உண்டான ரிநூஅ ஸைட்டோபிளாஸத்திற்கு மாற்றப்படுகின்றது என்று ஆட்டோரேடியோகிராஃபிக் முறைகளைக் (autoradiographic methods) கொண்டு, நிரூபித்தார்கள். ஸிஜோபுஸ் (xeiopus) என்ற உயிரினத்தில், நூக்ளியோலூஸ்கள் இல்லாத காரணத்தினுல், ரிபோஸோம்கள் உண்டாவதில்லை என்றும், ரிபோஸோம்கள் இல்லாத காரணத்தினுல் ரிநூஅ உற்பத்தியாகாமல் அவற்றின் கரு வளர்ச்சியடையாமல் இறந்துவிடுகின்றன என்றும் ஏற்கெனவே தெரிந்து

கொண்டோம். ஆனால், நூக்ளியோலூஸ் ரிநுஅ (nuclealar RNA) ரிபோஸோம் ரிநூஅவை உண்டாக்குகின்றது என்பதாக பரமாணு உயிரியல் (molecular bioeogy) ஆராய்ச்சிகளின் வாயிலாக, அறிகின்றோம். வேறு வகையில் கூறப்போனால் பெரிய அளவினையுடைய முன்னோடி பரமாணுக்கள் (precursor molecules) நூக்ளியோலூஸில் உண்டாகி, பிறகு அவை சில குறிப்பிட்ட வகைகளில், மாறுதல்களை அடைந்து ரிபோஸோம்களிலுள்ள உபகூறுகளின் ரிநூஅ-வை உண்டாக்குகின்றன.

நூக்ளியோலூஸின் தோற்றம் (origin of nucleolus): இது வரையிலும் தெரிந்துகொண்ட உண்மையின் அடிப்படையில் பார்க்கப்போனால் நூக்ளியோலூஸ் தன்னைத்தானே தோற்றுவித்துக் கொள்ளக்கூடியது அல்ல என்பதாகும். உண்மை இவ்வாறாக இருக்க, அவை எப்படி எப்பொழுதும் ஒவ்வொரு செல்லிலும் செல் பிரிதல் நிகழ்ச்சி தோன்றுகின்றன என்பதைக் குறித்து, சிறிது ஆராய்வோம். நூக்ளியோலூஸ்கள் செல் பிரிதல்களுக்கு இடைநிலைகளிலும், (interphase) தொடக்கநிலைகளிலும் குரோமாட்டினுடைய அல்லது நூக்ளியோலூஸ் ஆர்கனைஸரின் பிரத்யேகமான பகுதிகளுடன் இணைந்திருக்கின்றன. என்பதாக ஏற்கெனவே தெரிந்துகொண்டோம். இரு நூக்ளியோலூஸ்களுக்கிடையே ஏற்படுகின்ற கலப்பைக் (tusion) கணக்கிட்டுப் பார்ப்போமானால் நூக்ளியோலூஸின் எண்ணிக்கை. நூக்ளியோலூஸ் ஆர்கனைஸரின் எண்ணிக்கையை ஒத்திருக்கின்றது. பரமாணுக்களின் பாரம்பரியம் (molecular hybridization) மூலம் கிடைக்கின்ற ஆதாரத்தையும் வேறு பல முறைகளில் கிடைக்கின்ற ஆதாரங்களையும், ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்பொழுது. ரிபோஸோம் ரிநூஅ உண்டாவதற்கான தகவலை, information) நூக்ளியோலூஸ் ஆர்கனைஸர் பகுதிகள் பெற்றிருக்கின்றன என்று தெரிகின்றது. மேலும். இந்தந் தகவல்கள் தேவைக்கு மேற்பட்ட அளவில், நூக்ளியோலூஸ் ஆர்கனைஸரில் அடங்கியிருக்கின்றது என்றும் தெரிய வருகின்றது. ஒவ்வொரு நூக்ளியோலூஸ் ஆர்கனைஸரிலும் ஒரே மாதிரியான தகவல் அடங்கியிருக்கும். நூக்ளியோலூஸ் ஆர்கனைஸர்களின் பிரதிகள் குரோமோஸோமிலிருந்து தோன்றிவிடுவிக்கப்பட்டுஅவை ஒவ்வொன்றும், நூக்ளியோலூஸை உண்டாக்குகின்றன.

மேலே விவரிக்கப்பட்ட அளவிற்கு நூக்ளியோலூஸ்கள், நூக்ளியோலூஸ் ஆர்கனைஸர்களைக் குறித்து, விபரங்கள் தெரிந்த போதிலும், அவை செயல்படுகின்ற விதம் திருப்தி அளக்கக்கூடிய அளவிற்குச் சரிவரத் தெரியவில்லை. உதாரணமாக, ரிரிஅநூ-வின்

பரமாணு முன்னோடிகள் எவ்வாறு உண்டாகின்றன என்பதும். எந்த வகை என்ஸைம்கள், அவற்றைச் சிறு கூறுகளாகச் செய்கிறன்ன என்பதும் கூறுபடுத்ததுதல் முறையைத் தவிர்த்து வேறு வகையான மாற்றங்கள் அவற்றில் எவ்வாறு ஏற்படுகின்றன என்பதும் விளங்கவில்லை. இவையன்றி விளக்கப்படவேண்டிய வேறு சில பிரச்சனைகளும் இவற்றைப் பொறுத்திருக்கின்றன. அவை யாவன :

1. ரிபோஸோம் புரதம் உண்டாக்கப்படுகின்ற ஆதாரங்களும், அது ரிரிநூஅ வுடன் சேருகின்ற முறையும்.

2. ரிபோஸோம்கள் அவற்றில் உபகூறுகளிலிருந்து உண்டாகின்ற முறை.

3. நூக்ளியோலூஸ்களில் காணப்படுகின்ற வெவ்வேறு வகையான நுண் அமைப்புகளின் முக்கியத்துவம்.

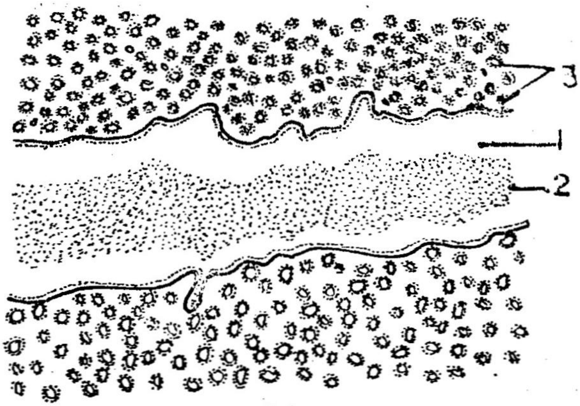
4. ரிநூஅ உற்பத்தியைக் கட்டுப்படுத்துகின்ற முறை முதலியனவாகும்.

3-6. நுண்குழல்களும், நுண்நார்களும் (Microtubules & Fibries)

நுண் குழல்கள் என்ற கலைச்சொல்லைப் பயன்படுத்தாமல், இவற்றை முதன் முறையாக மாண்டன் (Manton, 1957) என்பவர் ஸ்ஃபாக்னும் (Sphagnum), தெரிடியும் அகுலினும் (Pteridium Aquilinum) என்ற தாவர இனங்களின் செல்களில் இருப்பதாகக் கண்டறிந்தார். மேலும், இவை செல்களுக்கென்று தனிப்பட்ட வடிவத்தைக் கொடுப்பதற்குப் பயன்படுகின்றன என்றும் தெளிவு படுத்தி இருக்கின்றார். இந்தக் கண்டுபிடிப்பிற்குப் பிறகு இந்த நுண் குழாய்கள், உயர்ந்த இனத் தாவரங்களின் வேர் செல்களில் இருப்பதாகத் தெரிவிக்கப்பட்டது (படம் 5-1). நுண் குழாய்கள், தாவரங்களின் செல்களில் மட்டுமல்லாமல், பிராணிகளின் செல்களிலும் இருப்பதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. தாவரச்செல்களிலும் பிராணிகளின் செல்களிலும் காணப்படுகின்ற நுண் குழாய்கள் மேலெழுந்தவாரியாகப் பார்ப்பதற்கு ஒரே வகையினதாகக் காணப்பட்டாலும், அவற்றின் நுண் அமைப்பைப் பொறுத்தும், நிலை நிறுத்தலில் (fixation) பயன் படுத்தப்படுகின்ற இரசாயனப் பொருள்களைப் பொறுத்தும், அவை முறையே வேறுபடலாம் என்று நம்பப்படுகின்றது.

இந்த நுண்குழாய்கள், 23-27 நானோ மீட்டர் குறுக்களவையும், நிர்ணயிக்க முடியாத அளவிற்கு நீளத்தையும், பெற்றி

ருக்கின்ற குழாய்கள் போன்று ஸைட்டோபிளாஸத்தில் அமைந் திருக்கின்றன. பொதுவாக, இவை அதிகமான நீளத்தைப் பெற்றிருப்பதனுல், இவற்றின் நுனிப்பாகங்களைக் கண்டறிய முடிவதில்லை. இவற்றை நீளப்போக்குவெட்டில் பார்க்கும் பொழுது, இவற்றில் ஒவ்வொன்றும், இரு இணைக்கோடுகளாகவும், ஒவ்வொரு கோடும் 7 நாஞே மீட்டர் அளவு தடிப்புத் தன்மை யைப் பெற்றும் இருக்கின்றது. இரு கோடுகளுக்கு இடைப்பட்ட இடைவெளிப் பகுதி 10 நாஞே மீட்டர் அகலத்தைப் பெற்றிருக் கின்றது. செல் பிரிதல்களுக்கு இடைப்பட்ட நிலையிலுள்ள செல்லில், இவை ஒவ்வொன்றும் மற்றென்றிற்கு இணைப் போக்கிலும் பிளாஸ்மாலெம்மாவிற்கு உட்புறமாகவும் அமைந்திருக் கின்றது.



5.1

படம் 9.

5-1. ஃபீளியும் (phleum) வேர்

1. செல்லுறை; 2. நடு அடுக்கு 3. நுண்குழாய்கள்

எந்தெந்தச் செல்களில், செல்லுறைச் சேர்க்கை, அதிக அளவில் ஏற்படுகின்றதோ அவை எல்லாம், இந்த நுண் குழாய்கள் காணப் படுகின்றன. இவை மைட்டோடிக் பிரிதல்களில் (mitotic division), கதிர்நார்கள் (spirdle fibres) வடிவத்தில் தோன்று கின்றன. புரோஃபேஸிற்கு முற்பட்ட நிலையில் (preprophase) இவை செல்லின் உட்புறத்தைச் சுற்றி, பக்கவாட்டில் சூழ்வட்ட மாக (girdle) அமைந்து காணப்படுகின்றது. இந்தச் சூழ் வட்டம் தான் பிறகு புதிதாக உண்டாகின்ற செல் தட்டு, ஏற்கனவே இருக்கின்ற பக்க உறைகளுடன் இணைகின்ற இடத்தைக் குறிப்ப

தாகக் கருதப்படுகின்றது. வேகமாக வளர்ச்சி அடைந்து கொண்டு வருகின்ற பிரைமரி செல்லுறையை (primary wall) அடுத்து இவை ஒரு ஒழுங்கற்ற முறையில் அமைந்திருக்கின்றன. ஆனால், செக்கண்டரி செல் லுறை (secondary wall) உண்டாகும் பொழுது, இவையெல்லாம் ஒன்று சேர்ந்து இணைப் போக்கிலோ, அல்லது வளைவுகளாகவோ அமைந்து காணப்படுகின்றன. செல் பிரிதலில் இறுதியாக ஏற்படுகின்ற புதிய செல் தட்டு மேன்மேலும் ஏற்கனவே இருக்கின்ற பக்க உறைகளை நோக்கி வளர்ந்து கொண்டு வரும்பொழுதுகூட, இந்த நுண் குழாய்கள் முன்கூறிய படி பக்க உறைகளுக்கு அடுத்தாற்போல் சூழ்வட்டம் போன்று அமைந்திருக்கின்றன. கடைசியில் புதிதாக வளர்ந்துகொண்டு வருகின்ற செல் தட்டு முழுவதும் உண்டான பிறகு, நுண் குழாய்கள் வளர்ந்து வருகின்ற செல்லுறைகளுக்கு இணைப் போக்கில், தாறுமாறாக அமைகின்றன. இவ்வாறு அமைந்திருக்கும் பொழுது, அவை ஒன்றுக்கொன்று 35 நானோ மீட்டர் அளவு இடைவெளிக்குக் குறையாமலும் அதே சமயத்தில், பிளாஸ்மாலெம் மாவிலிருந்து 17-20 நானோ மீட்டர் தூரத்திற்குக் குறையாமலும் அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம். இவ்வாறாக, நுண் குழாய்கள் செல்லுறைகளுக்கு உட்புறமாக அமைந்திருக்கின்ற முறை, செல்லுறை களில் அமைந்திருக்கின்ற செல்லுலோஸ் நுண் நார்களின் (microfibrils) அமைப்பைப் பிரதிபலித்துக் காட்டுகின்றது என்று கூறலாம். இந்த உண்மையை அடிப்படையாகக்கொண்டு, செல் லுறைகளில் இருக்கின்ற நுண்நார்கள் இவற்றால் தோற்றுவிக்கப் படலாம் என்று ஒரு சாரார் கருதுகின்றார்கள். செல் வளர்ச்சி நிலைகளைப் பொறுத்து, நுண்குழாய்களின் எண்ணிக்கை, குறைவா கவோ அல்லது அதிகமாகவோ காணப்படுவதுண்டு. உதாரண மாக, நூக்ளியஸ் புரோஃபேஸ் நிலையை அடையும்பொழுது, இவற்றின் எண்ணிக்கை குறிப்பிடத்தக்க அளவிற்குக் குறை கின்றது. அதே சமயத்தில் கதிர்கோல் பகுதியில் (spindle zone) இவற்றின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கின்றது. மற்றொரு குறிப்பிடத் தக்க உண்மை என்னவென்றால், செல்கள் பதப்படுத்தி நிலை நிறுத்தப்படும்பொழுது, (fixation) உபயோகப்படுத்தப்படுகின்ற சில வகையான இரசாயனப் பொருள்கள், நுண்குழாய்களைப் பாதிக்கின்றன. உதாரணமாக, கோல்க்கிசின் (colchicine) என்ற பொருளினால், செல்களைப் பதப்படுத்தும்பொழுது, நுண்குழாய்கள் தோன்றுவதில்லை (Pickett - Heaps, 1967).

4. சைட்டோபிளாஸத்தின் நுண் அங்கங்கள்

(Cytoplasmic organelles)

4-1. கணிகங்கள் (Plastids) : கணிகங்கள் என்பவை உயிருற்ற தாவரச் செல்களில் காணப்படுகின்ற நுண் அங்கங்களில் ஒன்ருகும். இவை சாதாரணமாக ஒரு குறிப்பிட்ட வண்ணத்தைப் பெற்றிருக்கின்றன, ஆனுல், சில வகையான கணிகங்கள் எந்தவிதமான வண்ணத்தையும் பெருமல், நிறமற்றவையாகவும் இருக்கக்கூடும். எப்படி இருந்தபோதிலும், இவற்றை எல்லாம் ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பில் குறிப்பிட்ட ஓரளவிற்குத்தான் பார்க்க முடியும். ஆனுல், இவற்றிற்கு முன்னேடிகள் (precursors) என்று கருதப்படுகின்ற புரோகணிகங்களை (proplastids) மட்டும் ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பில் பார்க்கமுடிவதில்லை. பிராணிகளுக்கும், தாவரங்களுக்கும் இடையே இருக்கின்ற வேறுபாடுகளில், முன்னதன் செல்களில் கணிகங்கள் இல்லாததும், பின்னதன் செல்களில் இருப்பது ஒரு முக்கியமான வேற்றுமையாகக் கருதப்படுகின்றது. வேறுவகையில் கூறப்போனுல், தாவரச் செல்களில் எல்லாம் கணிகங்கள் இருக்கின்றன. ஆனுல், பிராணிகளின் செல்களில் இவை தோன்றுவதில்லை. புரோகணிகங்கள், கருத்திசுக்களிலும், ஆக்குத் திசுக்களிலும் இருப்பதை ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பின்மூலம் காண முடியாவிட்டாலும், அவற்றிலிருந்து கணிகங்கள் தோன்றுவதை அடிப்படையாகக் கொண்டு அவையிருப்பதை அறிந்துகொள்ள முடிகின்றது. எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பின்மூலம், புரோ கணிகங்கள் இருப்பதையும் அவற்றிலிருந்து பலவகையான கணிகங்கள் உண்டாவதையும் காணமுடிகின்றது. (படம் 6-1)

முழுவளர்ச்சி அடைந்த கணிகங்களை, அவற்றில் அடங்கி இருக்கின்ற அடக்கப் பொருள்களைப் பொறுத்து பின்வருமாறு பாகுபடுத்தப்பட்டிருக்கின்றன.

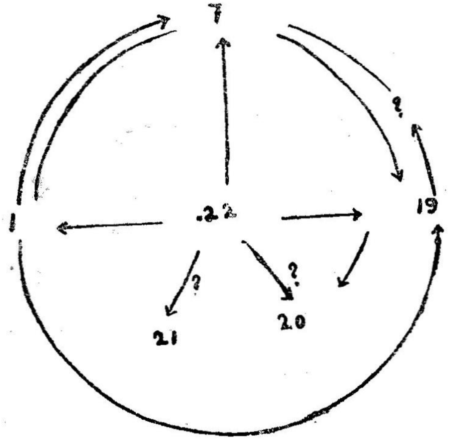
(1) பசுங்கணிகங்கள் (chloroplasts) இவற்றில் பச்சையம் (chlorophyll) என்ற பொருள் அடங்கி இருக்கின்றது. சில வேளை களில் இவை வேறுவகையான வண்ணப்பொருள்களினால் மறைக்கப்பட்டிருப்பதும் உண்டு.

(2) வண்ணக்கணிகங்கள் (chromoplasts) இவற்றில் பச்சையம் என்ற பொருளைத் தவிர்த்து, ஒளிச் சேர்க்கையில் சம்பந்தப்படாத வண்ணப் பொருள்கள் அடங்கி இருக்கின்றன.

(3) தரசக்கணிகங்கள் (amyloplasts) இவற்றில் தரசமணிகள் (starch grains) அடங்கியிருக்கின்றன.

(4) புரதக் கணிகங்கள் (proteinoplasts) புரதப் பொருள் களைப் பெற்றிருக்கின்றன.

(5) எண்ணெய்க்கணிகங்கள் (elaioplasts) இவை கொழுப்புப் பொருளையும், புரதஸ் படிவங்களையும் (crystals) பெற்றிருக்கின்றன.



6.1

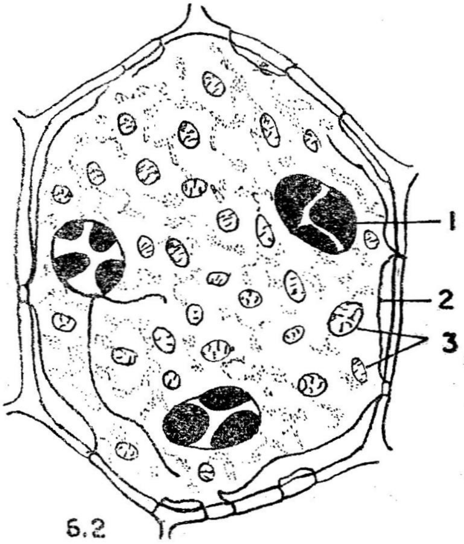
படம் 10.

6-1 பலவகைக் கணிகங்களுக்கிடையே உள்ள தொடர்பு ஒற்றுமையைக் குறிக் கின்ற வட்டம். இவற்றில் புரோபிளாஸ்டிட்களும், முழு வளர்ச்சியடைந்த பசுங் கணிகங்கள் மட்டும் பிரிதலுற்று வளரக்கூடியவை.

பசுங்கணிகங்கள் (Chloroplasts)

பொதுத்தன்மைகள் : பசுங்கணிகங்கள் தாவரங்களின் பசுமையான பாகங்களிலுள்ள உயிருற்ற செல்களிலெல்லாம்

அடங்கியிருக்கின்றன. வேறு வகையில் கூறப்போனல், இந்தப் பசுமையான நிறத்திற்கு, இந்தப் பசுங்கணிகங்கள் தான் அடிப் படைக் காரணம் என்று கூறுவது மிகையாகாது. இவை, சாதாரண மாக சூரியவெளிச்சம்படாத தாவரஉறுப்புகளில் காணப் படுவதில்லை. செடிகளின் வேர்களையும், நிலத்தண்டுகளையும் (under ground stems) உதாரணமாகக் கூறலாம். இருந்த போதிலும், ஒருசில செடிகளின் வேர்களையோ, அல்லது நிலத் தண்டுகளையோ, சூரிய வெளிச்சத்திற்கு உட்படுத்தினுல் அவற்றில்

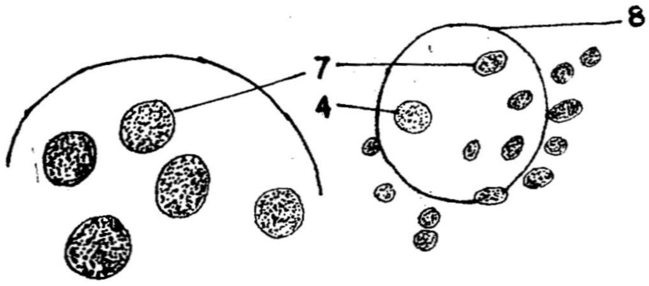


படம் 11.

6-2. ஸீயா (zea) வின் வேர் முடிச்செல் தரசக் கணிகங்கள் தரசமணிகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. மேலும் எண்டோபிளாஸ்மிக் வலைகள் செல்லின் பக்கவாட்டில் பரவியிருப்பதையும் பார்க்கலாம் (எ. மை.).

இந்தப் பசுங்கணிகம் உண்டாகக்கூடும். இலைகள் முழுவதும் பார்ப்பதற்குப் பசுமையாகக் காணப்பட்டபோதிலும், அவற்றின் செல்கள் எல்லாம் பசுங்கணிகங்களைப் பெற்றிருப்பதில்லை. ஏனென்றுல், இலைகளின் புறத்தோல் செல்கள், குறிப்பிட்ட சில செடிகளைத் தவிர, அனேகமாகப் பசுங்கணிகங்களைப் பெற்றிருப்ப தில்லை. இலைத் துளைகளின் (stomata) பாதுகாப்புச் செல்களில்

(guard cells) சாதாரணமாகக் காணப்படுகின்றன. இளந் தண்டுகள் இலைக்காம்புகள் (petioles), பூக்காம்புகள் (pedicels) முதலியவைகளின் புறணித் திசுக்களில், பசுங்கணிகங்களுண்டாகி இருப்பதைப் பார்க்கலாம். இதுபோன்று புறஇதழ் வட்டத்திலும் (calyx), பசுமை நிறம் நிறைந்த கனிகளிலும் கூட இவை தோன்றி யிருப்பதை அறிகின்றோம். சிலவேளைகளில், பசுங்கணிகங்கள் சூரிய வெளிச்சம் சிறிது ஊடுருவிச் செல்லாத உட்பாகங்களில் இருக்கின்ற வாஸ்குலார்த்திசுக்களிலுள்ள (vascular tissues) பாரங் கைமா (paranchyma) செல்களிலும், கனிகளுக்கு உட்புறத்தில் விதையுறைகளினால் மூடப்பட்டிருக்கும் கருக்களிலும்கூட, இவை உண்டாகியிருக்கக்கூடும்.



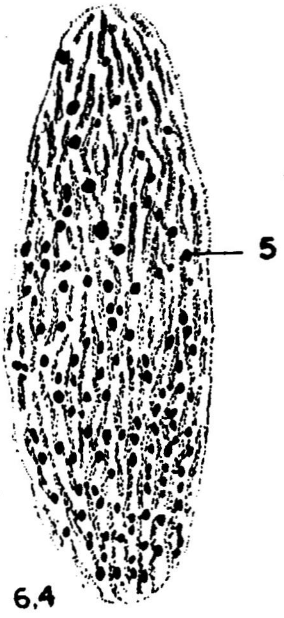
6.3

படம் 12.

6-3. பசுங்கணிகங்களுக்கும் நூக்ளியஸிற்குமுள்ள தொடர்பு (ஒ. மை.).

உயர்ந்த இனத்தாவரங்களின் செல்களிலுள்ள பசுங்கணி கங்கள், சூழ்நிலைக்குத் தக்கவாறு தட்டை (disc) வடிவத்திலோ அல்லது கோப்பை வடிவத்திலோ எலிப்ஸாய்ட் (ellipsoid) வடிவத் திலோ அல்லது இருபக்கம் குவிந்த அல்லது ஒரு பக்கம் குவிந்த லென்ஸ் (biconvex or planoconvex lens) வடிவத்திலோ இருக்கக் கூடும். (படம் 6-4) மேலும், ஆல்காக்களில் (algae) அவை யவைகளின் பிரிவிற்கு அல்லது பேரினத்திற்குத் தக்கவாறு, பசுங் கணிகங்கள் வெவ்வேறு வடிவத்தில் இருக்கின்றன. உதாரண மாக, ஸ்பீரோகிரா (spirogyra வில் ரிப்பன் (ribbon) போன்ற தட்டையாகவும், வளைந்தும், கிளாமிடோமோனஸில் (chlamy-damans) கோப்பைப் போன்றும், ஊடோகோணியத்தில் (Oedo-gonium) வலைபோன்றும், டெஸ்மிட்களில் ஸிக்னீமாவில் (zygnema) நட்சத்திர வடிவத்திலும் காணப்படுகின்றன (படங்கள் 6-5 6-8). இவை ஒவ்வொன்றும், அனேகமாக 4-6 மைக்ரான்கள் குறுக்

களவையும், 2-3 மைக்ரான்கள் தடிப்பையும் பெற்றிருக்கின்றன. சில வேளைகளில், இவற்றின் குறுக்களவு மேற்கூறப்பட்ட அளவிற்குச் சிறிது அதிகமாகவோ, அல்லது குறைவாகவோ இருக்கவும் கூடும். பசுங்கணிகங்களின் வடிவம், அளவு ஆகியவற்றை மற்ற வகையான கணிகங்களுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்பொழுது, இவை நிரந்தரமானதாக இருக்கின்றன. ஒளிச்சேர்க்கையில் சம்பந்தப்பட்ட செல்களில் இவற்றின் தட்டையான பகுதி, செல்களின் உட்புறத்தை நோக்கியும், மற்றொரு பகுதி செல்லுறைகளை நோக்கியும் அமைந்திருக்கின்றன. சில செல்களில், பசுங்கணிகங்கள், நூக்ளியஸைச் சுற்றித் திரளாக அமைந்திருக்கக்கூடும். (படம் 6-3).



படம் 13.

6.4. வாங்குலார் தொகுப்பு உறைச் செல்லிலிருக்கின்ற பசுங்கணிகம். இதில் கிரானு இல்லாதது குறிப்பிடத்தக்கது (எ. மை.).

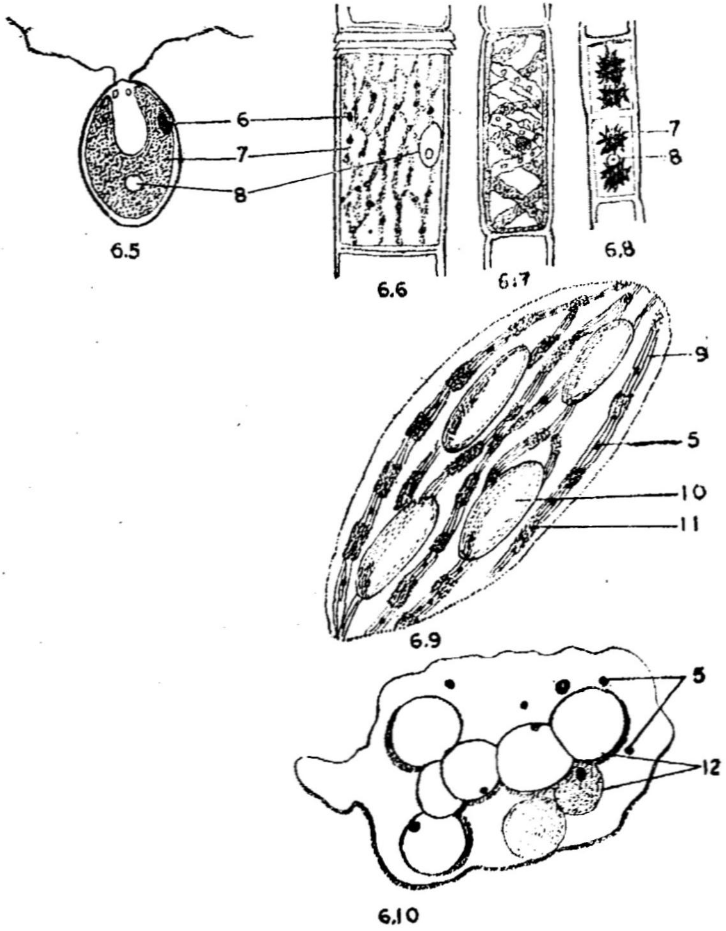
பசுங்கணிகங்களை ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பில் பார்க்கும்பொழுது, அவை ஒவ்வொன்றும் மேற்கூறிய வடிவங்களுடன் மட்டும் இருப்பதோடு அல்லாமல், சிறு நுண் தூள்களைப் பெற்றுள்ள (granular) அமைப்புகள் போன்றோ (படம் 6-6) அல்லது (homogeneous)

போன்ற தோற்றத்தையோ பெற்றிருக்கின்றன. பசுங்கணிகங்களில் நுண்தூள்கள் போன்று காணப்படுபவை ஒவ்வொன்றும் எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பின்மூலம் அறியப்படுகின்ற கிரானும் (granum) என்ற அமைப்பைக் குறிப்பதாகும் (படங்கள் 6-9, 6-11) கிரானும் என்பதன் உள்ளமைப்பைக் குறித்து விரிவாகப் பிற்பகுதியில் தெரிந்துகொள்வோம்.

சாதாரணமாக, ஒரு செல்லில் இருக்கக்கூடிய பசுங்கணிகங்களின் மொத்த எண்ணிக்கை அதிகப்படியான அளவில் 200 கணிகங்கள் இருக்கக்கூடும் என்று கூறப்பட்டிருக்கின்றது. உதாரணமாக, இலைகளில் இருக்கின்ற பாலிஸேட் (palisade) செல்களில் இவை மிக அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. குறைந்த அளவு பசுங்கணிகங்களைப் பெற்றிருக்கின்ற ஆல்காக்களின் செல்களில் இருக்கின்ற பசுங்கணிகங்களின் எண்ணிக்கை ஏறக்குறைய மாருமல் நிரந்தரமானதாக இருக்கின்றது. இதற்குக் காரணம், செல் பிரிதல்கள் ஏற்படும்பொழுது அவற்றுடன் சேர்ந்தாற்போல் பசுங்கணிகங்களும் பிரிதலுறுகின்றன. ஆனுல், உயர்ந்த இனத் தாவரங்களிலோ, ஒவ்வொரு செல்லிலும் இருக்கின்ற பசுங்கணிகங்களின் எண்ணிக்கைத் திசுக்கள், சூழ்நிலைகள் போன்றவைகளைப் பொறுத்து மாறுதல் அடையக்கூடும். உதாரணமாக, எப்பிலோபியும் (Epilobium) என்ற பேரினத்தின் பாதுகாப்புச் செல்கள் ஒவ்வொன்றிலுமிருக்கின்ற பசுங்கணிகங்களின் சராசரி எண்ணிக்கை 11-7 ஆகவும், ஒவ்வொரு புறத்தோல் செல்லில் 11-8 ஆகவும். பாலிஸேட் செல் ஒவ்வொன்றிலும், 15-75 ஆகவும் இருப்பதாகக் கணக்கிடப்பட்டிருக்கின்றது. (Bartels, 1964) பசுங்கணிகங்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிப்பதற்குத் தக்கவாறு, அவற்றின் அளவு குறைவதாகச் சான்று கிடைத்திருக்கின்றது. பொதுப்படையாகக் கூறவேண்டுமானுல், இலைகளின் பாலிஸேட் திசுவின் ஒவ்வொரு சதுர மில்லி மீட்டரில் ஏறக்குறைய 400,000 பசுங்கணிகங்களும், ஒரு மரத்திலுள்ள மொத்த பசுங்கணிகங்கள் ஏறக்குறைய 10^{14} இருக்கலாம் என்றும் மதிப்பிடப்பட்டிருக்கின்றது.

இரசாயன அமைப்பு (chemical composition): பசுங்கணிகங்களைப் பிரித்தெடுத்து இரசாயன அடிப்படையில் ஆராய்ந்து பார்க்கும்பொழுது அவற்றில் புரதம் 50 சதவீதமும், லிப்பிட்கள் (lipids) 35 சதவீதமும், வண்ணக்கணிகங்கள் 7 சதவீதமும் அடங்கி இருக்கின்றன. இவற்றிலுள்ள வண்ணக்கணிகங்கள் பச்சையம் 'அ'வும் பிரியும் (chlorophyll a, b) கரோட்டினுய்ட்களும் (carotenoids), கரோட்டினும் (carotene), ஸாந்தோஃபில்லும் (xanthophyll) ஆகும். இந்தச் செல் வேறு வகையான வண்ணப்

பொருள்கள் ஒவ்வொன்றும் ஒளிச்சேர்க்கையில் உதவுகின்றன. சில வேளைகளில் தரசமணிகள் பசுங்கணிகங்கள் பெற்றிருக்கின்றன (படங்கள் 6-9, 6-11). இவ்வாறு காணப்படுகின்ற



படம் 14.

6-5 கிளாமிடோமோனஸ் (chlamydomonas); 6-6. ஊடோகோனியம் (oedogonium); 6-7. ஸ்பிரோகைரா (spirogyra); 6-8. ஸிக்னீமா (zygnema) (ஒ. மை)

6-9. பெப்பிரோமியா மக்னோலிஃபோலியா (peperomia magnoliacpolia) சூரிய வெளிச்சத்தில் வளர்ந்த பசுங்கணிகம். இது இருபக்கக் குவிந்த வடிவத்தைப் பெற்றுள்ளது (எ. மை).

6-10. விஸியா (vicia) இலையின் பசுங்கணிகம் (எ. மை.)

தரசமணிகள், தாவரங்களில் தற்காலிக சேமிப்புப் பொருளாகத் தோன்றி அவை வெளிச்சத்தில் மேற்கொண்டு அதிகரித்தும், அதே சமயத்தில் இருளில் குறைந்தும் காணப்படுகின்றன.

பசுங்கணிகங்கள் டிநூஅ (DNA) வைப் பெற்றிருக்கின்றனவா அல்லது இல்லையா என்ற பிரச்சனை சமீப காலம் வரையில் நிலவி இருந்தது. ஆனல், தற்காலத்திய ஆராய்ச்சியின்படி அவை டிநூஅ - வைப் பெற்றிருக்கவேண்டும் என்று தெரிய வருகின்றது. ஏனென்ருல், இவையெல்லாம் நூக்ளியஸைப் போன்று பிரிதல் அடைகின்ற காரணத்தினல், இவற்றுக்கும் நூக்ளியஸிற்கும் இருப்பதுபோன்று டிநூஅ இருக்கவேண்டும் என்ற அடிப்படையில் மேற்கொண்டு ஆராயும்பொழுது, பசுங்கணிகங்களின் டிநூஅ நூக்ளியஸிலிருக்கின்ற டிநூஅ-விலிருந்து வேறுபடுகின்றது என்றும் தெரிய வருகின்றது. உதாரணமாக, நிக்கோதியான (Nicotiana) என்ற பேரினத்தின் இலைகளில் இருக்கின்ற பசுங்கணிகங்களின் டிநூஅ, நூக்ளியஸ் டிநூஅ-விலிருந்து, வேறுபட்ட அடர்த்தி (dsnsity) யையும், வேறுபட்ட உருகுநிலை (melting temperature) யையும் பெற்றிருப்பதாகக் காட்டப்பட்டிருக்கின்றது. (Tewari and Wildman, 1966) மேலும், நூக்ளியஸின் டிநூஅ, 5-மித்தைல் ஸைட்டோஸின் (5-methyl cytosine) என்ற பொருளைப் பெற்றிருக்கின்றது. ஆனல், இந்தப் பொருளைப் பசுங்கணிகத்தின் டிநூஅ பெற்றிருப்பதில்லை. இன்னும் இதுபோன்ற சில சிக்கலான வேறுபாடுகள் இவை இரண்டிற்குமிடையே இருப்பதாக விளக்கப்பட்டிருக்கின்றது. எப்படியிருந்தபோதிலும், பசுங்கணிகங்களில் டிநூஅ சேர்க்கை நிகழ்கின்றது என்ற உண்மை உறுதியாக்கப்பட்டால், பசுங்கணிகங்களின், தன் பெருக்கமும் (self reproduction) சுயேச்சையான நிலை போன்றதுமான கொள்கையை ஒத்துக் கொள்ள முடியும்.

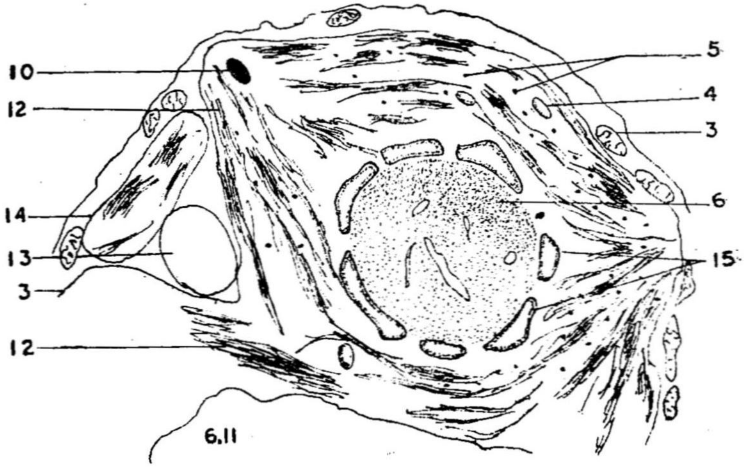
பசுங்கணிகங்களில் ரிநூஅ (RNA) அடங்கியிருக்கின்றது. இதற்குத் தகுந்த ஆதாரம், அவற்றில் காணப்படுகின்ற ரிபோஸோம்களின்மூலம் (ribosomes) தெரிய வருகின்றது. நிக்கோதியான (Nicotiana) என்ற பேரினத்தின் தாவரங்களிலிருந்து வெளிப்படுத்தப்பட்ட ரிபோஸோம்கள் இருவகையினதாக அறியப்பட்டது. அதாவது ஸைட்டோபிளாஸத்தின் ரிநூஅ, பசுங்கணிகங்களின் ரிநூஅ-விருந்து வேறுபட்டதாக இருக்கின்றது. மேலும், புற அமைப்பு முதலியவைகளைப் பொறுத்தும் இவை இரண்டிற்குமிடையே வேறுபாடுகள் இருக்கின்றன. இந்தவகையில் பசுங்கணிகங்களின் ரிபோஸோம்கள், ஏறக்குறைய பாக்டீரியாக்களின் ரிநூஅ-வைப் போலிருக்கின்றது என்று தெரிய வருகின்றது.

அமைப்பு: முற்பகுதியில், ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பில் காணப்படுகின்ற பசுங்கணிகங்களின் அமைப்பைக் குறித்து ஒருவாருகத் தெரிந்துகொண்டோம். இப்பொழுது, அவற்றின் அமைப்பைக் குறித்து விரிவாக, எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பினுல் அறியப்பட்ட உண்மைகளைத் தெரிந்துகொள்வோம். எல்லாப் பச்சையமும், பசுங்கணிகங்களில் அடங்கி இருப்பதோடல்லாமல், அது சிக்கலான வேலைக்குத் தக்கவாறு சிக்கலானதொரு உள்ளமைப்பைப் பெற்றிருக்கின்றது என்றும் தெரிகின்றது.

ஒவ்வொரு பசுங்கணிகமும், இரு மெம்ப்ரேன் கூறுகளினுல் (unit membrane) சூழப்பட்டிருக்கின்றது. இதில் ஒவ்வொரு கூறு மெம்ப்ரேன் மொத்தத்தில் 5 நாஞே மீட்டர் தடிப்புத் தன்மையையும், அதன் ஒவ்வொரு மெம்ப்ரேனும், 2 நாஞே மீட்டர் (nanoametre) தடிப்பையும், 1 நாஞே மீட்டர் இடைவெளியையும் பெற்றிருக்கின்றது. இரு மெம்ப்ரேன் கூறுகளுக்கும் இடையே உள்ள வெளி 2-3 நாஞே மீட்டர் ஆக அமைந்துள்ளது. இந்த மெம்ப்ரேன் ஒரு கூறு புகவிடும். (semipermeable) தன்மையைப் பெற்றிருக்கின்றது. மேலும், இது மைட்டோகாண்டிரியாவின் (mitochondria மெம்ப்ரேனைப் போன்ற தோற்றத்தைப் பெற்றிருக்கின்றது. இருந்தபோலும், விருஸி (virus) ஞல் பாதிக்கப்பட்டு பசுங்கணிகத்தின் மெம்ப்ரேன் சிதைவு அடையும்பொழுது நூக்ளியஸ், மைட்டோகாண்டிரியா முதலியவைகளின் மெம்ப்ரேன் சிதைவு அடைவதில்லை. உயர்ந்த இனத் தாவரங்களில், பசுங் கணிகங்கள், எண்டோபிளாஸ்மிக் வலையினுல் நெருக்கமாகச் சூழப்பட்டிருக்கின்றது. இந்த ஒன்றுசேர்ந்த அமைப்பினுல் ஃபுளோயத்தின் துணைச் செல்களில் (companion cells) உண்டாகின்ற சர்க்கரைப் பொருள்கள் வெளியே எடுத்துச் செல்வதற்குப் பயன்படலாம் என்று நம்பப்படுகின்றது.

ஒவ்வொரு பசுங்கணிகமும், ஸ்ட்ரோமா (stroma) என்ற அடிப்படைப் பொருளைப் பெற்றிருக்கின்றது. இந்த ஸ்ட்ரோமாவில், மிகவும் சிக்கலான அமைப்பை உடைய நுண் அடுக்குகள் (lamellae) குறுக்கே ஊடுருவிச் செல்கின்றன. இந்த நுண் அடுக்குகளின் புற அமைப்பு, தோற்றம் முதலியவை, சிற்றினத்திற்கும், சூழ்நிலைகளுக்கும் தக்கவாறு வேறுபடுகின்றது. ஸ்ட்ரோமா என்று கூறப்படுகின்ற அடிப்படைப் பொருளில் ரிபோஸோம்களும், எண்ணெய்ப் பொருள் சம்பந்தப்பட்ட துளிகளும் (globules), தரச மணிகளும் அடங்கியிருக்கின்றன. (படங்கள் 6-4 ; 6-9 ; 6-11) இந்த எண்ணெய் சம்பந்தப்பட்ட துளிகள் ஒவ்வொன்றின் குறுக்களவு 10-500 நாஞே மீட்டர்களுட்பட்டதாக இருக்கின்றது

இந்தத் துளிகள் பசுங்கணிகங்களில் மட்டுமல்லாமல் வேறு வகையான கணிகங்களிலும் ஏராளமாகக் காணக் கிடக்கின்றன. பசுங்கணிகங்களினுள் காணப்படுகின்ற நுண் அடுக்குகள் ஒவ்வொன்றும், பசுங்கணிகங்களைச் சுற்றி இருப்பதுபோல் இரு மெம்ப்ரேன் கூறுகளினால் ஆனது. இவை ஒன்றிற்கொன்று இணைப் போக்கில் அடுக்கப்பட்ட தோற்றத்தைப் பெற்றிருக்கின்றன. இந்த நுண் அடுக்குகள் தைலக்காய்ட்கள் (thylakoids) என்று சொல்லப் படுகின்ற தட்டையான நுண் பைகள் (sacs) போன்ற அமைப்புகளைப் பெற்றுக் காணப்படுகின்றன. (படம் 6-14; Menke, 1960)



படம் 15.

6·11. கிளாமிடோமோனஸ் ரெய்ன் ஹார்டி (chlamydomonas reinhardi) பசுங்கணிகத்தின் வெட்டுத்தோற்றம் (எ. மை)

சில உதாரணங்களில் இந்த தைலக்காய்ட்கள் பசுங்கணிகங்கள் முழுதும் நீண்டும், அதாவது பசுங்கணிகங்களின் முழு நீள அளவையும் பெற்றிருக்கும். வேறு சில சமயங்களில் இவை சிறு துண்டுகளாகப் பசுங்கணிகங்களினுள் அடங்கி இருக்கும். இந்த தைலக்காய்ட்கள் ஏறக்குறைய வட்டவடிவமான தட்டுகளாகவும் (discs) அவை ஒவ்வொன்றும் ஒன்றன்மேல் ஒன்றாக நாணயங்களை அடுக்கி வைத்தாற்போன்றும் அமைந்திருக்கின்றன. இந்த வகையில், அடுக்காகக் காணப்படுகின்ற ஒவ்வொரு அமைப்பும் ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பில் ஒரு புள்ளிபோன்று காணப்படுகின்ற கிரானம் (granum) ஆகும். (படம் 6-8) இதுபோன்ற அமைப்பைப் பெற்றுள்ள ஒவ்வொரு பசுங்கணிகத்தைப் பொறுத்து-

கிரானுவின் அளவு, எண்ணிக்கை முதலியவை வேறுபடுகின்றன. உதாரணமாக, அனேக தாவரங்களின் இலைகளின் இலை இடைத்திசு (mesophyll) செல்களில் இருக்கின்ற பசுங்கணிகள் ஒவ்வொன்றிலும் 40-60 கிரானு காணப்படுகின்றன. அதே சமயத்தில், இதைவிட குறைந்த எண்ணிக்கையில் இருப்பதும் உண்டு. சிலர் கருத்தின்படி, இந்த கிரானுக்களில்தான் பச்சையம் அடங்கியிருக்கின்றது என்றும், ஆதலால் எந்த ஒரு பசுங்கணிகம் குறைந்த அளவிற்குக் கிரானுவைப் பெற்றிருக்கின்றதோ, அது நிறமற்றோ அல்லது மங்கலான நிறத்துடனோ இருப்பதற்கும் காரணமாகின்றது என்பதாகும்.

நுண் அடுக்குகள் பசுங்கணிகத்தின் முழுவதும் ஏறக்குறைய பரவி இருப்பதாகக் கூறப்பட்டாலும், தைலக்காய்ட்கள், அவற்றின் ஒரு சில குறிப்பிட்ட பகுதியில் மட்டும்தான் காணப்படுகின்றன. ஆதலால், இரு தைலக்காய்ட்களுக்கு இடைப்பட்ட பகுதியை, ஸ்ட்ரோமா நுண் அடுக்கு (stroma lamellae) என்று கூறப்படுகின்றது. இந்த ஸ்ட்ரோமா நுண் அடுக்குகள் வெவ்வேறு கிரானுவின் தைலக்காய்ட்களுடன் தொடர்ச்சியுற்று இருக்கின்றன. இதுபோன்று, ஜதையுற்ற இரு ஸ்ட்ரோமா நுண் அடுக்குகள், ஒரே கிரானத்திலிலுள்ள அடுத்தடுத்து இருக்கின்ற வெவ்வேறு தைலக்காய்ட்களுடனும் தொடர்ச்சியுடன் இருப்பதைக் காணலாம். மேலும், இரு கிரானுக்களுக்கிடையே இருக்கின்ற ஸ்ட்ரோமா நுண் அடுக்குகளைப் பெறாத இடைவெளியாக செக்ஷன்களில் காணப்படுகின்றது. எவ்வாறு இந்த வகையான சிக்கலான அமைப்பு உண்டாகின்றது என்பதைக் குறித்து சிறிது கவனிப்போம். அசிடாபுலேரியா (Acetabularia) என்ற ஒரே ஒரு நியூக்ளியஸைப் பெற்றுள்ள பெரிய ஆல்காவை ஆய்வுப் பொருளாகப் பயன்படுத்திக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட சில உண்மைகள், பசுங்கணிகங்களின் சிக்கலான உள்ளமைப்பை விளக்குகின்றன. இந்தப் பேரினத்தின், பசுங்கணிகங்களின் எண்ணிக்கை 8 அல்லது 9 நாட்களுக்கு ஒருமுறை இரட்டிக்கின்றது. (Sheperd, 1965). செல் வளர்ச்சியடைந்து, வேறுபாடு அடைந்துகொண்டு வரும்பொழுது, நிறமற்றோ அல்லது மங்கலான மஞ்சள் நிறத்துடன் இருக்கின்ற புரோகணிகங்களும் வளர்ந்து கொண்டு வருகின்றன. தொடக்கத்தில் ஒவ்வொரு புரோகணிகமும் இரு மெம்ப்ரேன் கூறுகளையும், எளியதொரு அமைப்பையும், நுண்மணிகள் போன்ற ஸ்ட்ரோமாவையும் பெற்றிருக்கின்றது. இது வளர்ந்து 0·5 – 1 மைக்ரான் குறுக்களவை அடைகின்ற தருவாயில், இதன் இரு மெம்ப்ரேன்களில் ஒன்று அதாவது உட்பக்கம் இருக்கக்கூடியது ஸ்ட்ரோமாவின் உள்

இழுக்கப்பட்டு மடிப்புகளாக மாறுகின்றன. இந்த நிலையில் புரோகணிகத்தை உற்று நோக்கும்பொழுது, அது உட்புறமாக கிரிஸ்டேயைப் (Cristae) பெற்றுள்ள மைட்டோகாண்டிரியாவை ஒத்திருக்கின்றதைப் பார்க்கலாம். ஆனால், ஒரு வேற்றுமை என்னவென்றால், இந்த உட்புறமாகக் காணப்படுகின்ற மடிப்புகள் புரோக்கணிகத்திற்கு நேர்க்கோணத்தில் அமைந்திருப்பதற்குப் பதிலாக, அவை புரோகணிகத்தின் மேற்பரப்பிற்கு இணைப் போக்கில் அமைந்திருக்கின்றன. இதன் பிறகு, வளர்ச்சிப்போக்கில் இந்த மடிப்புகள் பிரிந்து தைலக்காய்ட்கள் போன்ற அமைப்பு களாக மாறி, குறுக்குவாட்டில் அமைகின்றன. இருந்தபோதிலும், எந்த ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில், உட்புற மடிப்புகள், வெளிப்புற மெம்ப்ரேனிலிருந்து பிரிந்து குமிழிகள் (vesicits) ஆக மாறுகின்றன என்ற உண்மை இன்னும் சரிவரப் புலப்படவில்லை. இவ்வாறாக, ஸைட்டோபிளாஸத்தில் இருக்கின்ற நுண் அடுக்குகளும், கணிகங்களில் காணப்படுகின்றவைகளும், மேற்கூறப்பட்ட பொதுப்படையான முறைகளில் உண்டாகின்றன என்று கருதப்படுகின்றது. (Hodge, Mchean Mercer, 1956). இருள் நிலைகளில், குமிழிகள் உண்டாகி, அவையெல்லாம் ஒன்றுசேர்ந்து, குழாய்களாக மாறி, ஒழுங்கான இடைவெளிகளுடன் அமைகின்றன. இந்தக்குழாய்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைந்து நுண் அடுக்குகளின் முன்னோடிகளாக (prclamellar) ஆகின்றன. இவற்றை ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பில் பார்க்கும்பொழுது, சிறு மணிகளாகத் தெரிகின்றன என்று கருதப்படுகின்றது

மேலே விவரிக்கப்பட்ட சிக்கலான உள்ளமைப்பை உடைய பசுங்கணிகங்கள், ஒளிச்சேர்க்கையில் செயல்படுகின்ற முறைகள் இன்னும் தெளிவாகத் தெரிந்துகொள்ள முடியாத காரணத்தினால் ஓரளவிற்கி ஊகித்து அறிந்துகொள்ள வேண்டியிருக்கின்றது

தனியாகப் பிரித்தெடுக்கப்பட்ட பசுங்கணிகங்களை, ஆராய்ந்து பார்த்ததில், அவையெல்லாம் ஒளிச் சேர்க்கைக்குத் தேவையான எல்லா வண்ணப் பொருள்களும் அடங்கியிருப்பதாகத் தெரிகின்றது. தைலக்காய்ட் மெம்ப்ரேன்கள் சக்தியைக் கட்டுப்படுத்துவதற்குப் பயன்படுகின்றன. (Sager, 1959) கரிமில வாயுவை (Carbon-dioxide) எடுத்துக் கொள்ளுதலில் இருந்து, அதற்குப்பிறகு தரசம் உண்டாகின்ற வரையில் ஏற்படுகின்ற எல்லா வகையான மாறுதல்களையும், நிலைகளையும், ஒன்று சேர்த்து, ஒளிச்சேர்க்கையின் இருள் கிரியைகள் (dark reactions) என்று கூறப்படுகினறன. இந்த இருள் கிரியைகள் ஸ்ட்ரோமாவில் ஏற்படுகின்றன என்று கூறப்படுகின்றது. மேலும், ஸ்ட்ரோமா கரிமிலவாயுவை எடுத்துக்

கொள்வதற்குத் தேவைப்படுகின்ற என்ஸைம்களைப் (enzymes) பெற்றிருக்கின்றது. பசுங்கணிகங்களில் இருக்கின்ற நுண் அடுக்குகள். ஒளிச்சேர்க்கையில் ஏற்படுகின்ற ஒளிக் கிரியைகள் (light reactions) நடக்கின்ற கேந்திரங்களாகவும், எலக்ட்ரான் கடத்தல் ஏற்படுவதற்கான சாதனங்களாகவும் கருதப்படுகின்றன.

தைலக்காய்ட்களை மேற்கொண்டு குவாண்ட்டோ ஸோம்கள் (quantosomes) என்று சொல்லப்படுகின்ற நுண் தூள்களாகப் பிரித்தறிய முடிகின்றது. இந்த குவாண்ட்டோஸோம்கள் ஒழுங்கற்ற முறையில் அமைந்திருக்கின்றன. ஒவ்வொரு குவாண்ட்டோ ஸோம்களின் அளவு $18 \times 15 \times 10$ நானோ மீட்டர்களாகும். அதனுடைய பரமாணு எடை (molecular weight) 2,000,00 ஆகவும், 230 பச்சையம் பரமாணுக்களைப் பெற்றும் இருக்கின்றது. மேலும், குவாண்ட்டோஸோம்கள் நான்கு மூலக்கூறுகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. (Park, 1965) குவாண்ட்டோஸோம்கள் ஒரு சில அடிப்படைகளில் மைட்டோகாண்டிரியாவினுல் கடத்தப் படுகின்ற எலக்ட்ரான் தூள்களை ஒத்திருக்கின்றன. இவை இரண்டும், ஸைட்டோகுரோம் (cytochrome), தாமிரம் (copper) இரும்பு (iron) முதலியவைகளைப் பெற்றிருக்கின்றன.

ஒளிச் சேர்க்கையில், கரோட்டினுய்ட்களின் முக்கியத்துவமும், பங்கும் என்னவென்று இன்னும் சரிவரப் புலப்படவில்லை. இருந்த போதிலும், அவை பச்சையத்திற்குச் சக்தியைக் கொடுப்பதற்குப் பயன்படலாம் என்று கருதப்படுகின்றது.

ஆல்காவின் பசுங்கணிகங்கள் (Algal Chloroplasts): பசுங் கணிகங்களின் எ. மை. உள்ளமைப்பைப் பொறுத்து, உயர் இனத் தாவரத்திலிருப்பதுபோல் கிரானு இருப்பதில்லை. ஆல்காவின் நுண்அடுக்குகள், தடிப்புத் தன்மையைப் பொறுத்தும், எலக்ட்ரான் அடர்த்தியைப் பொறுத்தும், எந்தவித மாற்றமும், இல்லாமல், ஒரே மாதிரியாக இருக்கின்றது. ஆல்காக்களிலும், ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறுகின்ற பாக்டீரியாக்களிலும் நுண் அடுக்குகள் தான் முக்கியமான பங்கு எடுத்துக் கொள்கின்றன. நுண் அடுக்கின் அமைப்பும், உயர்இனத் தாவரங்களிலிருந்து வேறுபடுகின்றது. இதன் ஒவ்வொரு அடுக்கும், நான்கு இரட்டிப்பு மெம்ப்ரேன்களைப் பெற்றிருக்கின்றது. ஆனால், நீல-பச்சை ஆல்ஜி (blue green algae) யிலும், ஒளிச்சேர்க்கை நடத்துகின்ற பாக்டீரியாவிலும், இந்த நுண் அடுக்கு ஒன்று அல்லது இரட்டிப்பு மெம்ப்ரேனினுல் ஆக்கப் பட்டிருக்கின்றது. மெம்ப்ரேன்களின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்து ஆல்கா, பாக்டீரியா முதலியவற்றின் நுண் அடுக்குகளுக்கும்.

உயர்இனத் தாவரங்களினுடையதற்கும் வேறுபாடு காணப்பட்ட போதிலும், நுண் அடுக்கின் உப உள்ளமைப்பு (sub structure) எல்லா இனங்களிலும் ஒரே மாதிரியாக இருக்கின்றது.

பைரிஞய்ட்கள் (pyrenoids) என்பவை உயர்ந்த இனத் தாவரங்களின் பசுங்கணிகங்களில் காணப்படாமல், ஆல்கா போன்ற கடைநிலைத் தாவர இனங்களில் காணப்படுகின்ற அமைப்புகளாகும். இவை தரசச் சேர்க்கையில் பங்கு எடுத்துக் கொள்வதாகக் கருதப்படுகின்றது. இவற்றுக்கென்று வண்ணப் பொருள்களும், நுண் அடுக்குகளும் கிடையாது. சில இனங்களின் பைரிஞய்ட்களில் நுண்குழல்கள் (tubules) காணப்படுகின்றன. இவை பைரிஞய்ட்களைச் சுற்றித் தரசச் சேர்க்கை ஏற்படுகின்ற பகுதிகளுக்கு சர்க்கரைப் பொருள்களைக் கடத்திச் செல்வதற்குப் பயன்படலாம் என்று கருதப்படுகின்றது. இதற்கு மாருக, சிலவகை ஆல்காக்களின் பைரிஞய்ட்கள், லிப்பிட் பொருள்களைச் சேமிக்கச் செய்கின்றன. பசுங்கணிகம் பிரிவுறும் பொழுது, அதனுடன் சம்பந்தப்பட்ட பைரிஞய்டும் பிரிவுறுகின்றது. சில ஆல்காக்களில், ஒவ்வொரு செல்லிலும் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பைரிஞய்ட்கள் காணப்படுவதுண்டு.

பைரிஞய்ட்கள் (pyrenoids): பைரிஞய்ட்கள், ஆல்ஜியின் குறிப்பிடத்தக்க இயல்புகளில் ஒன்ருக அவற்றின் செல்களில் காணப்படுகின்றன. ஆனுல், இவை ஸையனுஃபைட்டா (cyanophyta) என்ற பிரிவைச் சேர்ந்த நீல-பச்சை நிற ஆல்ஜியில் மட்டும் காணப்படுவதில்லை. இதுபோன்று ஆல்ஜியைத் தவிர்த்து ஹெப்பாத்திஸி (hepaticae) பிரிவைச் சார்ந்த **ஆந்தோஸெரோஸ்** (anthoceros)ல் மட்டும் இவை உண்டாகின்றன. பைரிஞய்ட்களைப் பொறுத்து பல்வேறு வேறுபாடுகளிலிருந்த போதிலும் அவையெல்லாவற்றையும் இரு அடிப்படையான வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். ஒரு வகையைப் புதைந்த பைரிஞய்ட் (embedded pyrenoid) என்றும் மற்ருெரு வகையைப் புறநிலை பைரிஞய்ட்கள் (projecting pyrenoids) என்றும் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

புதைந்த பைரிஞய்ட்கள் கோள வடிவத்திலும், அல்லது ஏறக்குறைய கோள வடிவத்திலும் காணப்படுகின்றன. இவை பசுங்கணிகத்தில் (chloroplast) ஆழமாகப் புதைந்து இருக்கின்றன. சிற்றினத்தைப் பொறுத்து ஒவ்வொரு செல்லிலும் ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட எண்ணிக்கையில் பைரிஞய்ட்கள் உண்டாகியிருக்கக்கூடும். ஒரே ஒரு பைரிஞய்ட் இருக்கும்பொழுது அது செல்லின் மத்தியில் அமைந்து இருக்கும். ஆனுல், ஒன்றுக்கு மேற்

பட்டு இவை உண்டாகி இருக்கும்பொழுது இவை ஒரு குறிப்பிட்ட முறையில் அமைந்திராமல் அங்கும் இங்குமாக அமைந்திருக்கின்றன (Lang, 1963) ஆந்தோஸெராஸின் (anthoceros) பைரினுய்ட்கள் சிக்கலான கூட்டு அமைப்பைப் பெற்றிருக்கின்றன. உதாரணமாக, இவை ஒவ்வொன்றும் 25-50 வரை தட்டையான அல்லது கதிர் வடிவத்திலுள்ள அமைப்புகளைப் பெற்றிருக்கின்றன.

புறநிலை பைரினுய்ட்கள் (projecting pyrenoids) பசுங்கணிகத்தின் உட்புறத்தில் உப்பிய அமைப்பாகக் காணப்படுகின்றன. சில வேளைகளில் இவை பசுங்கணிகத்துடன் ஒரு குட்டையான காம்பினுல் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இவை அனேகமாக ஒரு செல்லைப் பொறுத்த மட்டில் ஒன்றுக்குமேல் காணப்படுவதில்லை.

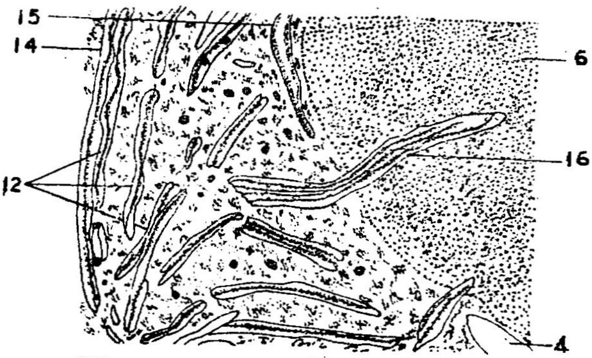
மேற்கூறிய இருவகைகளுக்கும் உட்படாத சிலவகை பைரினுய்ட்கள் இருப்பதுமுண்டு. உதாரணமாக, கார்த்தீயா (carteria) என்ற பேரினத்தின் பைரினுய்ட், சைட்டோபிளாஸம், பசுங்கணிகம் முதலியவற்றின் மெல்லிய இழைகளினுல் செல்லின் மத்தியில் தொங்குகின்ற மற்றெரு வகையில் ரோடோமோனுஸ் (rhodomonas) கிரிப்தோமோனுஸ் (cryptomonas) போன்ற பேரினங்களின் ஒவ்வொரு செல்லும் ஒரு பசுங்கணிகத்தையும், பைரினுய்ட் பொருளினுல் இணைக்கப்பட்ட இரு பெரிய துண்டுகளையும் (lobes) பெற்றிருக்கின்றன.

பைரினுய்ட்களுக்கென்று, பசுங்கணிகத்திலிருந்து வரையறுத்துப் பிரிக்கக்கூடிய தனிப்பட்ட மெம்ப்ரேன் கிடையாது. ஆனுல், கிளாமிடோமோனுஸ் (chlamydomones) என்ற பேரினத்திலும், குளோரோஃபைஸீ (chlorophyceae) பிரிவைச் சார்ந்த வேறு சிலவற்றிலும், பைரினுய்ட்கள் தரசக்கணிகங்களால் சூழப்பட்டிருப்பதால், இவற்றிற்கும் பசுங்கணிகத்திற்கும் இடையே ஒருவகை வரையறை இருப்பதாகத் தெரிகிறது. (படங்கள் 6-11; 6-12) ஆனுல். வரையறையை ஏற்படுத்துகின்ற உண்மையான மெம்ப்ரேனை சிலவகை டயாடம் (diatom) செல்களில் இருக்கின்ற புதைந்த பைரினுய்ட்களில் காணலாம். ஆனுல், புறநிலை பைரினுய்ட்களுக்கு எப்பொழுதும் தனிப்பட்ட மெம்ப்ரேன்களுண்டு.

பைரினுய்ட்களின் அடிப்படைப் பொருள் (matrix) நுண் மணிகள் போன்ற (granular) தோற்றத்தைப் பெற்றிருக்கின்றன. சில வேளைகளில், இந்த அடிப்படைப் பொருள் நெருக்கமாக அமைந்த நுண் இழைகளாலும் ஆக்கப்பட்டிருக்கும். வேறு சில

உதாரணங்களில் பைரினுய்டின் அடிப்படைப் பொருள் படிகம் போன்ற அமைப்புடன் காணப்படுகின்றது,

உட்பொருள்கள் (Inclusions). பைரினுய்ட்களின் உட்பொருள்கள் பலதரப்பட்டவைகளாகும். இருந்தபோதிலும், இவையெல்லாம், பசுங்கணிகத்தின் தைலக்காய்ட்களுக்கு (thylakoids) சமமான அமைப்பு ஒற்றுமையைப் பெற்றிருக்கின்றன பைரினுய்ட்களைப் பெற்றிருக்கின்ற ஆல்ஜியில், அனேகமாக அடுக்கு அமைப்புகள் (lamellar structures) வெவ்வேறு அளவில் குறைவுற்றுக் காணப்படுகின்றன. உதாரணமாக, கிளாமிடோமோனுஸ் (chylamydomonas) என்னும் ஆல்காவில், இரண்டிலிருந்து ஆறு தைலக்காய்ட் தட்டுகளைப் பெற்றிருக்கின்ற பசுங்கணிகங்கள், பைரினுய்ட்களைக் கடந்து செல்லும்பொழுது, அனேகமாக அவை இரண்டு தட்டுகளாகக் குறைகின்றன. இவ்வாறு, பசுங்கணிகங்கள் பைரினுய்ட்களைக் கடந்து செல்லும்பொழுது, தட்டுகளின் எண்ணிக்கை குறைவுற்றாலும், தட்டுகள் ஒவ்வொன்றின் அகலம் மட்டும் அதிகரிக்கின்றது.



படம் 16.

6-12. பைரினுய்ட் ஒரு பகுதியின் வெட்டுத்தோற்றம். கிளாமிடோமோனுஸ் ரெய்ன் ஹார்டி (chlamydomonas reinhardi). இதில் பைரினுய்ட் குழாய் பசுங்கணிகத்தின் கிராணத்துடன் தொடர்பு கொண்டிருப்பதைப் பார்க்கலாம் (எ. மை.)

சிலவகை ஆல்ஜியில், உதாரணமாக கிளாமிடோமோனுஸ் ரெயின்ஹார்டி (chlamydomonas reinhardi)யில் நுண் குழல்கள் (tubulas) வலைப்போன்று பைரினுய்டில் புதைந்து காணப்படுகின்றன. இந்த நுண் குழல்கள், பசுங்கணிகத்தின் பல தைலக்காய்ட்கள் ஒன்றுசேர்ந்து இணைந்து உண்டாகின்றன. என்று

விளக்கப்பட்டிருக்கின்றது. ஒவ்வொரு நுண்குழலும், மெம்ப் ரேனினல் வரையறுக்கப்பட்டிருக்கின்றது. மேலும் இந்த நுண் குழலுக்கும், பசுங்கணிகத்திலிருக்கின்ற கிரானும் எனும் அமைப் பிற்கும், தொடர்பு இருப்பதாகக் காட்டப்பட்டிருக்கின்றது. (படம் 6-12).

வெளிச்சத்தில் வளர்ந்து வருகின்ற பச்சை ஆல்ஜியின் பைரி னுய்ட்களின் குறிப்பிடக்கூடிய சிறப்பு என்னவெனில், பைரினுய்ட் களைச் சுற்றி தரசமணிகள் உண்டாகி, அவை பசுங்கணிகத்திற்கும் பைரினுய்ட்களுக்கும் ஒரு வரையறையை ஏற்படுத்துவதாகும் என்று முன்னரே தெரிந்துகொண்டோம். (படம் 6-11) இது போன்ற அமைப்பு **ஆந்தோஸரோஸ்** (anthoceros) என்ற பேரி னத்திலும் காணப்படுகின்றது. பைரினுய்ட்களுக்கும், சேமிப்புப் பொருள்களுக்கும் இடையே உள்ள இரு வகையான நெருங்கிய தொடர்பு, மற்ற எந்த வகையான பைரினுய்ட்களைப் பெற்றிருக் கின்ற தாவர இனங்களிலும் காணப்படுவதில்லை என்ற உண்மை குறிப்பிடத்தக்கதாகும். பேஸில்லிரியோஃபைஸி (bacillario-phyceae), ரோடோஃபைட்டா (rhodophyta) பிரிவுகளைச் சார்ந்த சில உதாரணங்களில், ஒளிச் சேர்க்கைப் பொருள்கள், பைரினுய்ட் களுடன் தொடர்பு கொள்ளாமல், தனிப்பட்ட முறையிலுண்டா கின்றன. வேறுவகையில் கூறவேண்டுமானல், தரசப்பொருள்கள் உண்டாகி, ஸைட்டோபிளாஸம் முழுதும் பரவி காணப்படு கின்றன. பைரினுய்ட், தசரமணிகள் தொடர்பு மேலே கூறப்பட்ட இரு வகைகளில் வெவ்வேறு ஆல்ஜியில் காணப்படுவதோடல் லாமல். இவை இரண்டிற்குமிடைப்பட்ட முறையிலும், தரசமணிகள் சில உதாரணங்களிலுண்டாகக் கூடும்.

வளர்ச்சியும் பெருக்கமும் (growth and division): செல் பிரி தலின் பொழுது, பைரினுய்ட்கள் செயல்படுகின்ற முறையைப் பொறுத்து, பைரினுய்ட்களைப் பெற்றிருக்கின்ற ஆல்ஜியை இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். ஒருவகை ஆல்ஜியில், செல் பிரிதலின் பொழுது, பசுங்கணிகம் பிரிவதற்கு முன்னரே, பைரினுய்ட்கள் பிரிதலுறுகின்றன. மற்ருெரு வகை ஆல்ஜியில், செல் பிரிதல் ஏற்படுவதற்கு முன்பே, பைரினுய்ட்கள் மறைந்து மகளிர் செல்கள் (daugnter cells) உண்டாகும்பொழுது, அவை புதிதாக உண்டா கின்றன. பைரினுய்ட்களைப் பெற்றிருக்கின்ற ஆல்ஜியில் இந்த இரு வகைகளில் பைரினுய்ட்கள் உண்டாகின்றன.

கிரைஸோகுரோமுலினு கித்தான் (chrysochromulima chiton) வின் புறநிலை பைரினுய்ட் இரு பாகங்களாகக் காணப்படுகின்றது.

இரு பாகங்களாக இருக்கின்ற நிலை பைரினுய்ட் பிரிவுறுகின்ற நிலையைக் குறிக்கின்றது. ஆனுல், பழுப்புநிற ஆல்ஜி (brown algae) சிலவற்றின் புறநிலை பைரினுய்ட், குரோமட்டோஃபோர்கள் (chromatophores) பிரிவுறும்பொழுது, சேர்ந்து பிரிவுருமல், ஏற்கெனவே இருக்கின்ற பைரினுய்ட்டிலிருந்து, ஒரு புது பைரினுய்ட் மொட்டு (budding) விட்டு உண்டாகின்றது.

ஸெனிடெஸ்முஸ் குவாட்ரிகாடா (scenedesmus quadricauda): என்ற ஆல்காவில் செல் பிரிதல் ஏற்படும்பொழுது, பைரினுய்ட் மறைந்துவிடுகின்றது. இந்த நிகழ்ச்சியைக் குறித்து மிக விரிவாக சமீப காலத்தில் ஆராயப்பட்ட உண்மைகளைக் குறித்து சிறிது தெரிந்துகொள்வோம். இந்த ஆல்காவில், செல் பிரிதல் ஏற்படுவதற்கு முன்பு பைரினுய்ட் மிகப் பெரிதாகக் காணப்படுகின்றது. பைரினுய்ட் அடர்த்தியான பொருளினுல் ஆக்கப்பட்டு இரு பசுங்கணிகங்களின் அகலமான அடுக்குகளுக்கிடையே காணப்படுகின்றது. இந்த அடர்த்தியான பகுதி புதிதாகத் தோன்றிய பைரினுய்ட்டைக் குறிக்கின்றது. மேலும், இதன் இரு பக்கங்களிலும் சிறிய வட்டமான தரசமணிகள் உண்டாகின்றன. இவ்வாறு உண்டாகின்ற புதிய பைரினுய்ட்டில் மேற்கொண்டு ஏற்படுகின்ற வளர்ச்சி தரச உறை (starch sheath) விரிவடைதலைப் பொறுத்தும், பைரினுய்ட்டைச் சூழ்ந்து கொள்கின்ற அளவைப் பொறுத்தும் இருக்கின்றது. (Bisalputra and Weier, 1964)

ஊடோகோனியும் (oedogonium): என்ற பச்சை ஆல்காவில், தொடக்கநிலை பைரினுய்ட் (incipient pyrenoids) மெம்ப்ரேனற்ற நிலையில் காணப்படுகின்றன. இவை புதிதாகப் பசுங்கணிகத்தில் தோன்றுகின்றன. பிறகு இவற்றிலிருந்து முழு வளர்ச்சி அடைந்த பைரினுய்ட்கள் உண்டாகின்றன. (Hoffman, 1968)

குலோரோகோனியும் எலோங்காத்தும் (chlorogonium elongatum) என்னும் ஆல்காவில் ஒரு அசாதாரண நிலையில் பைரினுய்ட்கள் உண்டாகின்றன. இதில் செல்பிரிதல் ஏற்படும்பொழுது கூடவே பைரினுய்ட்டும் பிரிகின்றது. அல்லது செல் பிரிதலும், பைரினுய்ட் பிரிதலும் தனித்தனியே ஒன்றுக்கொன்று சம்பந்தமில்லாத முறையில் ஏற்படக்கூடும். அல்லது புதிதாக பைரினுய்ட் பசுங்கணிகத்தில் தோன்றலாம். இவ்வாருக, இந்த மூன்று வகைகளிலும், பைரினுய்ட்களின் பெருக்கம் ஏற்படக்கூடும். (Ueda, 1963)

செயல்கள் (functions)

(1) **தரச உறையைத் தோற்றுவித்தல்** (formation of the starch sheath) முற்காலத்தில், பைரிேனாய்ட்டின் பொருளே தரசமாக மாறிவிடுகின்றது என்று நம்பப்பட்டு வந்தது. தற்காலத்திய எ. மை. மூலம் ஆராயப்பட்ட முடிவின்படி, தரசச் சேர்க்கைக்குத் தேவைப்படுகின்ற முற்பொருள்கள் (precursors) பைரினாய்ட்களினால் சுரக்கப்படுகின்றன என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. பச்சை ஆல்ஜியின் ஒளிச்சேர்க்கையில் தொடக்கத்திலுண்டாகின்ற பொருள்களைத் தற்காலிகமாகச் சேமித்து வைத்துக்கொள்ளக் கூடிய பாகங்களாக இந்த பைரினாய்ட்கள் இருக்கின்றன என்று கூறப்படுகின்றது. இந்தப் பொருள்கள் அதிக அளவில் உண்டாகும் பொழுது, இந்த தற்காலிக சேமிப்புப் பொருள்கள் எல்லாம் தரச உறையாக மாற்றப்படுகின்றன. ஆகவே, பைரினாய்ட்கள், ஒரு குறிப்பிட்ட நிலை வரை, சேமிப்புப் பாகங்களாகவும், பிறகு அவை தரச உறையை உண்டாக்கக்கூடிய பாகங்களாகவும் செயல் புரிகின்றன. ஒருசில ஆல்ஜியின், பைரினாய்ட்டில், பச்சையம் (chlorophyll) அடங்கி இருப்பதாகக் கூறப்படுவதிலிருந்து பச்சையத்தின் சேர்க்கையும், பைரினாய்ட்களில் ஏற்படுகின்றது என்று தெரிய வருகின்றது.

(2) **ஸ்ட்ரோமா தரசம் உண்டாக்குதல்** (Formation of stromal strands): தரசப் பொருளை உண்டாக்குகின்ற அனேக ஆல்ஜியில், சேமிப்பு (storage) தரசப் பொருள் இருவகையினதாக உண்டாகின்றது. ஒருவகை பைரினாய்ட் தரசம் (pyreroidal starch) என்றும், மற்றொரு வகையை ஸ்ட்ரோமல் தரசம் (stromal starch) என்றும் கூறப்படுகின்றது. ஸ்ட்ரோமல் தரசம் என்பது பசுங்கணிகத்தின் ஸ்ட்ரோமா முழுவதும் பரவிக் காணப்படுவதனால், இதற்கு ஸ்ட்ரோமல் தரசம் என்ற பெயர் கொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இந்த இரு வகையான சேமிப்புத் தரசப் பொருள்கள் உண்டாவதைக் குறித்து பல பரிசோதனைகளின்மூலம் விளக்கப்பட்டு உறுதிப்படுத்தப்பட்டு இருக்கின்றது.

(3) **வேறு வகையான சேமிப்புப் பொருள்களை உண்டாக்குதல்:** யூக்லினாய்ட் ஃபிலஜெல்லேட்டுகளில் (euglenoid flagellates) தரசப் பொருள்களுக்குப் பதிலாக பாரமிலம் (paramylum) என்ற பொருள் சேமிப்புப் பொருளாக உண்டாகின்றது. பாரமிலம் பைரினாய்ட்களைச் சுற்றி உறைகளாகக் காணப்படுகின்றன. இதிலிருந்து, பைரினாய்ட்கள் பாரமிலம் சேர்க்கையில் சம்பந்தப்பட்டிருக்கின்றது என்று கூறலாம். சில வேளைகளில், இந்த

பாராமிலம் பைரினுட்களுடன் தொடர்பு கொள்ளாமல் தனித்து சைட்டோபிளாஸத்தில் உண்டாகலாம்.

(4) **பைரீனுய்ட்டின் உட்பொருள்களின் செயல்** (Role of the pyrenoid inclusions) : பைரினுய்ட்களை ஊடுருவிச் சென்று அடைகின்ற தைலக்காய்ட்களும், நுண்குழல்களும் கடத்தல் (Conduction) செயலைப் புரிகின்றன என்று நம்பப்படுகின்றது, ஒரு வகையில் பார்க்கும் பொழுது, இவை எல்லாம் அகற்றுகின்ற (drainage) செயலையும் செய்கின்றன என்றும் தெரிகின்றது. ஏனென்ருல், ஒளிச் சேர்க்கையில் உண்டாகின்ற பொருள்களை ஒளிச்சேர்க்கை நடத்துகின்ற தைலக்காய்ட்களிலிருந்து சேமிப்புப் பொருள் சேர்க்கை ஏற்படுகின்ற சிறப்புப் பகுதிகளுக்கு பைரினுய்ட்களின் உள்ளமைப்புகள் எடுத்துச் செல்கின்றன. பைரினுய்ட்டின் தைலக்காய்ட்களும், நுண் குழல்களும், பசுங்கணிகத்தின் தைலக்காய்ட்களுடன் தொடர்பு கொண்டிருப்பதிலிருந்து மேலே கூறப்பட்ட முடிவு நன்கு விளங்குகின்றது.

பைரீனுய்ட்டிற்கும், நூக்ளியஸிற்குமிடையே உள்ள தொடர்பு : பசுங்கணிகத்தின் 'எவ' நூக்ளியஸின் உறையுடன் தொடர்பு கொண்டிருப்பதிலிருந்து ஒரு வகையில் நூக்ளியஸிற்கும், மற்ருெரு வகையில் கணிகம் (plastid) அல்லது பைரினுய்ட்டிற்கும் இடையே தொடர்பு இருக்கின்றது என்றும் தெரிகின்றது. (Manton and leedale 1961) பல வகையான ஆல்ஜியில் நுக்ளியஸ், பசுங் கணிகத்தின் பைரினுய்ட் பகுதிக்கு அருகில் அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம். இவ்வகை அமைப்பு முறை பைரினுய்ட்டிற்கும், நூக்ளியஸிற்கும்இடையே பொருள்கள் சைட்டோ பிளாஸத்தின் மூலம் எளிதில் செல்வதற்கு உதவியாக இருக்கின்றது.

வகைப்பாட்டியியலில் பைரீனுய்ட்களின் முக்கியத்துவம் : பைரினுய்ட்கள் கிரானு (grana) இல்லாத பசுங்கணிகங்களைப் பெற்றிருக்கின்ற தாவர இனங்களில் காணப்படுகின்றன. அதிக அளவில் முன்னேற்றமடைந்த சில ஆல்ஜி பிரிவுகளில், பைரினுய்ட்கள் காணப்படுவதில்லை. இதற்குக் காரணம் இந்த ஆல்ஜியில் பசுங்கணிகங்களும் உயர்ந்த நிலையை அடைந்து விடுவதனல், அவற்றிற்கு பைரினுய்ட்களின் அவசியமே இல்லாமல் போய் விடுகின்றது என்று ஒரு வகையில் கூறலாம். **ஆந்தோஸீரோஸ்** (Anthceros) பேரினத்தின் வெவ்வேறுசிற்றினங்களில், பைரினுய்ட்கள் வெவ்வேறு நிலையில் காணப்படுகின்றன. உதாரணமாக, ஒரு சில சிற்றினங்களில் 25 லிருந்து பலநூறு சிறிய கூறுகள் ஒன்று சேர்ந்த திரளாகச் செல்லின் மத்தியில் காணப்படுகின்றது. வேறு சில வகைச் சிற்றினங்களில் இவை பசுங்கணிகம் முழுவதும்

பரவி இருக்கின்றன. இதிலிருந்து, ஆந்தோஸரோஸ் என்ற பேரினம் ஒரு பக்கத்தில் ஆல்காவிற்கும், மற்றொரு பக்கத்தில் உயர்நிலைத் தாவரங்களுக்கும் இடையே நடுத்தர நிலையைக் குறிப்பதாகக் கருதப்படுகின்றது. மேலும், இந்த உண்மையைக் கூர்ந்து ஆராயும் பொழுது, உயர்நிலைத் தாவரங்களிலும் பைரினாய்ட்கள் இருக்க வேண்டும் என்ற உண்மையும், அதே சமயத்தில் அவை மிக நுண்ணிய அளவில் பரவி இருக்கவேண்டும் என்ற உண்மையும் ஊகிக்க முடிகின்றது.

பைரினாய்ட்களைப் பெற்றிருக்கின்ற ஆல்ஜீயின் பெரும் பிரிவு களின் சிற்றினங்களிலெல்லாம் பரவி இருந்த போதிலும், பைரினாய்ட் இருப்பது, இல்லாத இயல்புகளை வகைப்படுத்து வதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்ற வேறு சில இயல்புகளுடன் ஒன்று சேர்த்துப்பார்க்கும் பொழுது சில சிரமங்கள் ஏற்படுகின்றன. உதாரணமாக, பழுப்பு ஆல்ஜீயின் (brown algae) பிரிவுகளான எக்தோகார்ப்பேலிஸ் (Ectocarpales), கோர்டாரியேலிஸ் (chorda-riales), ஸைட்டோஸைஃபனேலிஸ் (Scytosiphonailes), ஸ்ஃபேஸி லேரியேலிஸ் (Spharelariales), குத்லீரியேலிஸ் (cutleriales), டிக்தி யோதேலிஸ் (Dictyatales), ஸ்போராக்னேலிஸ் (Sporochnales), டெஸ்மெரிஸ்தியேலிஸ், (Desmerstiales), லாமினேரியேலிஸ் (Lamainariales), ஃபூக்கேலிஸ் (Fucales) போன்றவைகளில் பைரினாய்ட்கள் காணப்படுவதில்லை. இவ்வாறாக இந்த உட்பிரிவு களெல்லாம், பழுப்பு ஆல்ஜி (brown algae) என்ற ஒரு பெரும் பிரிவைச் சார்ந்தவைகளாக இருந்த போதிலும், நாம் எதிர் பார்ப்பதுபோல், இவை எல்லாவற்றிலும் ஒத்தாற்போல் பைரினாய்ட் கள் இருப்பதில்லை. ஆகையினால் ஒரு குழப்பமான நிலைமை ஏற்படு கின்றது. அமெரிக்கன் சிற்றினமாகிய கோர்டாபிலும் (chordafilum) ஆல்காவில் பைரினாய்ட்கள் இருக்கின்றன. ஆனால், கோர்டாவின் ஐரோப்பிய சிற்றினத்தில் பைரினாய்ட்கள் காணப்படுவதில்லை. மேலும் பார்க்கப்போனால், பைரினாய்ட்கள் ஸ்போர்லிங்குகளின் (sporelings) செல்களில் காணப்படுகின்றன. ஆனால், இவற்றில் இருந்து உண்டாகின்ற முழு வளர்ச்சி அடைந்த தாலஸ் (thallus) செல்களில் இவை காணப்படுவதில்லை. மேற்கூறப்பட்ட உதாரணங் களைக் கூர்ந்து ஆராயும் பொழுது, பைரினாய்ட்கள் இருப்பதும், இல்லாததும், பெரும் பிரிவுகளுக்குள்ளேயே முரண்பாடான நிலை யைக் குறிப்பிடுவதோடல்லாமல், ஒரு பேரினத்தைப் பொறுத்தும், சிற்றினத்தின் வெவ்வேறு வளர்ச்சி நிலைகளைப் பொறுத்தும் குழப்ப மான நிலையையும் ஏகமனதாக ஒரு ஒத்த முடிவுக்கு வர முடியாத நிலையையும் குறிக்கின்றன. எந்த அளவிற்கு பைரினாய்ட்கள் இருப்பதும் இல்லாததைக் குறித்து வேறுபாடுகளும், முரண்பாடான

நிலைமைகளும் இருக்கின்றனவோ, அது போல பைரினுய்ட்களின் உள்ளமைப்பைக் குறித்தும் வேறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன.

தரசக்கணிகங்கள் (amylcplasts) இந்தக்கணிகங்களில் தரசம் நிறைந்திருக்கும் (படம்) இந்தத் தரசக்கணிகங்கள் பசுமை நிற-மற்ற சேமிப்புத் திசுக்களில் அனேகமாகக் காணப்படுகின்றன. இவை தோன்றும் பொழுது, தொடக்கத்தில், பசுங்கணிகங்கள் போன்று உண்டாகி, இறுதியில் நிறமற்றவைகளாக மாறுகின்றன. இதற்கு விதிவிலக்காக, பெல்லியோனியா (Pellionia) என்ற பேரினத்தில் மட்டும், இவை தொடக்கத்திலிருந்து இறுதிவரை பசுமை நிறத்துடன் காணப்படுகின்றன. ஏனைய தாவரங்களில் காணப்படுகின்ற நிறமற்ற தரசக்கணிகங்கள், வெளிச்சத்திற்கு உட்படுத்தப்பட்டால், அவை பசுமை நிறத்தை அடைகின்றன. தரசக்கணிகங்களில் உண்டாகின்ற ஒவ்வொரு தரசமணியைச் சுற்றி ஆவற்றின் உட்புற மெம்ப்ரேன் சூழ்ந்திருக்கும். அதே சமயத்தில், ஒரு தரசக்கணிகத்தினுள் காணப்படுகின்ற தரச-மணிகளெல்லாம், வெளிப்புற மெம்ப்ரேனினுல் சூழ்ந்திருக்கும். (Cronshaw & Wardrop, 1964).

லூக்கோபிளாஸ்ட்கள் (Leucoplasts) என்று சொல்லப்படு-கின்ற ஒரு வகைக் கணிகங்கள், தரசக்கணிகங்களாக இருக்கக் கூடும் என்றும் அல்லது புரோகணிகங்களுககும், தரசக்கணிகங்-களுக்கும், இடைப்பட்ட நிலைகளில் காணப்படுகின்ற கணிகங்-களைக் குறிப்பதாகவும் கருதப்படுகின்றன. உருளைக்கிழங்கில் செயல்படாத ஆக்குத்திசுவில் இருக்கின்ற கணிகங்கள் தரசம், ஃபைட்டோ ஃபெர்ரின் (Phytoferrin), லிப்பிட்கள், நூக்ளிக்-அமிலம், அல்லது புரதங்கள் முதலியன சேமிக்கின்ற பல்வேறு செயல்களைச் செய்கின்றன.

ஒவ்வொரு தரசக்கணிகத்திலும் தோன்றுகின்ற தரசமணி-களின் எண்ணிக்கை, சிற்றினத்தையும், திசு வகையையும் பொறுத்து, வேறுபடுன்றது. உதாரணமாக, ஸியா (Zea) பேரினத்தின் மகரந்தத்தூளில், ஒரே ஒரு தரசமணி காணப்படு கின்றது. அதே சமயத்தில், அதனுடைய நுனிமுடிச்செல்களின், ஒவ்வொரு தரசக்கணிகத்திலும், பல தரசமணிகள் உண்டா கின்றன. (படம் 6.2) வேறு சில செடிகளில், ஒரு தரசக் கணிகத்தில், தரசமணிகள் 40 வரையில் காணப்படலாம்.

தரசமணிகளில் அனேகமாக பலவரிக் கோடுகள் போன்று ஒன்றன் மேல் ஒன்றாக அமைந்திருக்கின்றன. இந்த வரிகள் உண்டாவது தொடர்ச்சியாகக் கிடைக்கக் கூடிய வெளிச்-

சத்தையும், நிரந்தரமான வெப்ப நிலையையும், பொறுத்திருக்கின்றன. சில வேளைகளில், தரசமணிகள் உண்டாவதற்கான என்ஸைம்களைப் பொறுத்தும் உண்டாகலாம். எப்படி இருந்த போதிலும், தரச மணிகளின் வடிவத்திற்கும், தரச கணிகங்களின் வடிவத்திற்கும், எந்த வகையிலும் ஒற்றுமை கிடையாது.

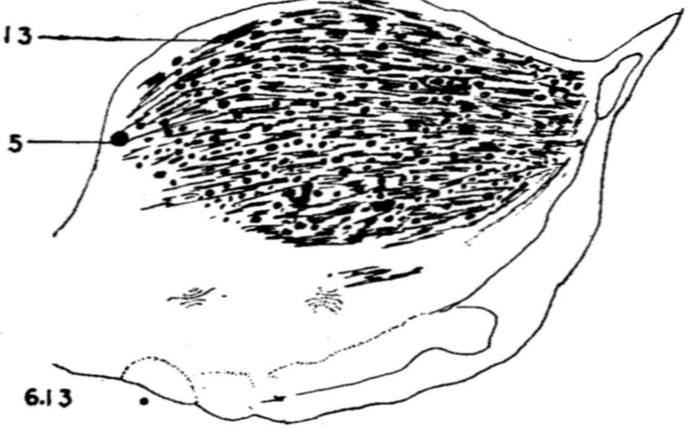
வண்ணக் கணிகங்கள் (Chromoplasts) தாவர வகைகளில் காணப்படுகின்ற நிறம், ஸைட்டோபிளாஸத்தில் இருக்கின்ற பசுங்கணிகங்களைப் பொறுத்தும், மேற்பரப்புச் செல்களின் சாற்றுக் குழிகளில், கரைசல் பொருள்களாக இருக்கின்ற வண்ணப் பொருள்களைப் பொறுத்தும் ஏற்படுகின்றது. மஞ்சள், சிகப்பு நிறங்கள் வண்ணக் கணிகங்களினால் உண்டாக்கப்படுகின்றன. ஆனால் நீலம், ஊதா நிறங்கள் சாற்றுக் குழியின் சாற்றினால் (Sap) உண்டாக்கப்படுகின்றது. வண்ணக் கணிகங்கள் திசுக்களுக்கு வெவ்வேறு நிறங்களைக் கொடுப்பதற்கும், அதன் காரணமாக மகரந்தச் சேர்க்கை நிகழ்ச்சிகளில் பூச்சிகளைக் கவர்வதற்கும் முக்கியமாகப் பயன்படுகின்றன.

இந்த வண்ணக் கணிகங்கள், பசுங்கணிகங்களில் இருந்தோ அல்லது தரசக் கணிகங்களில் இருந்தோ உண்டாகலாம். அல்லது புரோகணிகங்களுக்கும், பசுங்கணிகங்கள் அல்லது தரச கணிகங்களுக்கும் இடைப்பட்ட நிலையில் இருக்கின்ற கணிகங்களில் இருந்தும் உண்டாகலாம். இந்தவகையில் கணிகங்கள் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று உண்டாவதை, அக இதழ்கள் (Petals), காய்கள், காரெட்டுகள் (Carrots) முதலியவை நிறமாற்றம் அடைவதிலிருந்து ஒருவாறு அறிந்து கொள்ளலாம்.

காப்ஸிகும் (Capsicum) பேரினத்தில் வண்ணக்கணிகங்கள் பசுங்கணிகங்களில் இருந்து உண்டாகின்றன. இதன் காய் மஞ்சள் நிறத்தை அடையும் பொழுது, கிரானாவின் நுண்ணடுக்குகள் மறைந்து சிகப்பு நிறத்தை அடையக்கூடிய இறுதி நிலையில், ஒன்றுக்கொன்று இணைப்போக்கில் அமைந்த நுண்நார்கள் (Fibrils) ஒரு வண்ணக்கணிகம் முழுவதும் நிரம்பி விடுகின்றன. இந்த நிலையில் அந்த வண்ணக்கணிகம் கதிர் கோல் (Spindle shape) வடிவத்தை அடைகின்றது (படம் 6-13).

சில ஆல்காக்களில் உதாரணம் **கிளாமிடோமோனஸ்** (Chlamydomonas) சிவந்த புள்ளிகள் பசுங்கணிகத்தில் காணப்படுகின்றன. இவை, உன்னத நிலையடைந்த வண்ணக்கணிகங்கள் என்று மதிக்கப்படுகின்றன.

6.15



படம் 17.

6-13 சிகப்பு மிளகாய் காப்ஸிகும் அன்னுவும் (C·ps'cum a nnum) செல்லின் வண்ணக் கணிகம். பசுங்கணிகம் மாற்றமடைவதிலிருந்து வண்ணக் கணிகம் உண்டாகின்றது. பசுங்கணிகத்தின் அடுக்குகளிருந்த பகுதிகளில் கரோட்டின் நார்களும், பல்வேறு அளவினையுடைய எண்ணெய் போன்ற துணிகளும் நிரம்பியிருக்கின்றன. (எ. மை.)

புரதக்கணிகங்களும், அலிரோன் மணிகளும் (Proteinoplast and Aleurone grains)

புரதக்கணிகங்கள் என்பவை புரதப்படிகங்களைப் பெற்றுள்ள வெண்ணிறக் கணிகங்களாகும். இவற்றைக் குறித்து மிகுந்த அளவில் தெரியாத போதிலும், இவை தைலக் காய்ட்கள் போன்ற அமைப்புகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. மேலும், இப்படிபட்ட தைலக்காய்ட்கள் கிரானுக்களைப் பெற்றிருப்பதில்லை. இப்புரதக் கணிகங்களில் காணப்படுகின்ற புரதம் எப்பொழுதும் மெம்ப்ரேனுல் சூழப்பட்ட பைகளில் அடங்கி இருக்கின்றன. (Newcomp, 1957) பசுங்ககணிகங்கள் கூட புரதத்தை மிகுந்த அளவில் பெற்றிருக்கின்றன. ஆனால், புரதக்கணிகங்கள் பெற்றிருக்கின்ற புரதம் சேமிப்புப் பொருளாக இருக்கின்றது. அலிரோன்மணிகள் ஒழுங்கற்றதும் உருவமற்றதுமான பொருள்களாக இருக்கக்கூடும், அல்லது அதனுள் படிகப் பகுதிகளை அவை பெற்றிருக்கவும் கூடும்.

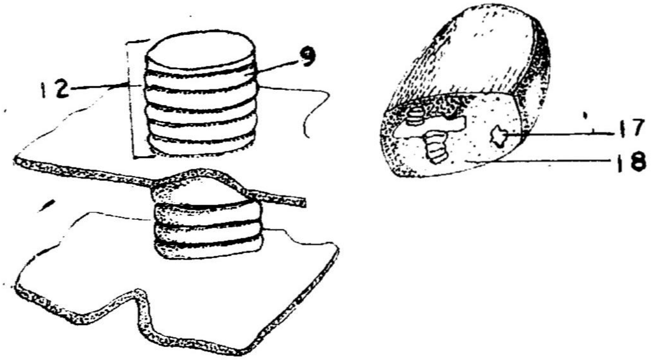
எண்ணெய்க் கணிகங்கள் (Elaioplasts)

மேலே கூறியபடி, இந்தக் கணிகங்களில் எண்ணெய் நிறைந்திருக்கும், இவை ஒரு வேளை பசுங்கணிகங்களிலிருந்து

உண்டாகலாம் என்று கருதப்படுகின்றது. இவை ஸ்ஃபீரோஸோம்கள் (sphaerosomes) போன்றிருப்பதினால், இவை ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றைப் பிரித்தறிவது சிறிது கடினம். இருந்த போதிலும், ஸ்ஃபிரேஸோம்கள் ஒற்றை மெம்ப்ரேன் கூறைப் பெற்றிருக்கின்றன, இவை இரண்டிற்குமுள்ள தொடர்பையும், வேறு வகையான வேறுபாடுகளையும் குறித்துப் பின்னர் விரிவாகத் தெரிந்து கொள்வோம். (ஸ்ஃபீரோஸோம்கள் பகுதியைப் பார்க்கவும்).

பன்செயல் கணிகங்கள் (Multifunctional plastids

ஆக்குத்திசுக்கள் செயலற்ற நிலைகளில் (dormant stages) இருக்கும்பொழுது, அவற்றில் காணப்படுகின்ற கணிகங்கள் பன் செயல்களைப் புரிகின்ற நுண் அங்கங்களாக இருக்கின்றன என்று மாரினேஸ் (Marinos, 1967) என்பவர் கருதுகின்றார். இவற்றிற்கு இப்படிபட்ட இயல்பு இருப்பதைப் பலவகையான பொருள்கள் செல்களிலுண்டாகி, சேமிக்கப்படுவதிலிருந்து உணர முடிகின்றது.



படம் 18.

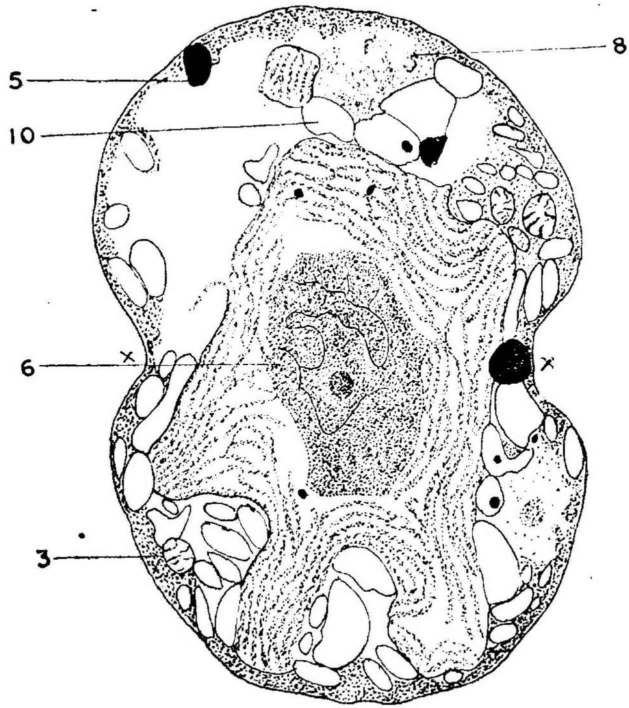
6-14. பசுங்கணிகத்தின் (எ. மை.) அனுமானம்.

கணிகங்களின் தோற்றம் (Development of plastids)

பசுங்கணிகங்கள் தோன்றுவது தாவரப்பிரிவுகளைப் பொறுத்து, இருவகைப்படும். உதாரணமாக, கடைநிலைத் தாவரங்களில், (lower plants) ஆக்குத்திசுக்களிலுள்ள பசுங்கணிகங்கள் ஒவ்வொரு தடவையும் பிரிதலுற்று உண்டாகின்றன. ஆனால், உயர்நிலைத் தாவரங்களில் (higher plants) கருக்களிலும். ஆக்குத்திசுக்களிலும். முன்வகையினதைப் போல், பசுங்கணிகங்கள் காணப்

படுவதில்லை, இதற்குப்பதிலாக, பசுங்கணிகங்கள் முன்னோடிகள் (precursors) என்று கூறப்படுகின்ற புரோகணிகங்கள் (proplastids) பிரிதல் அடைவதிலிருந்து பசுங்கணிகங்கள் உண்டாகின்றன என்று 'எமை' மூலம் விளக்கப்பட்டிருக்கின்றது. பசுங்கணிகங்கள் இது போன்று இருவகையினதாக இருந்த போதிலும் **அல்லியும்** (Allium), **விஸியா**, (Vicia), **கால்லங்கோ** (Kalanchoe) போன்ற செடிகளில் பசுங்கணிகங்கள் பிரிதலடைவதினால் உண்டாகின்றன என்று காட்டப்பட்டிருக்கின்றது. இதன் பசுங்கணிகங்கள் ஒவ்வொன்றும், பிரிதல் அடையும் பொழுதும், அதன் மத்தியில் ஏற்படுகின்ற சுருக்கத்தினால், டம்பல் போன்ற (dumb bell) வடிவத்தை அடைகின்றது, பிறகு, இந்தச்சுருக்கம் அடைந்த பாகம் இரு துண்டுகளாகப் பிரிவடைந்து, ஒரு பசுங்கணிகமிருந்த இடத்தில் இரு பசுங்கணிகங்கள் தோன்றியிருப்பதைப் பார்க்கலாம். (படம் 6-15). இதிலிருந்து தெரிவது என்னவென்றால், கடைநிலைத் தாவரங்களின் பசுங்கணிகங்களின் முன்னோடிகள் முழு வளர்ச்சி அடைந்த பசுங்கணிகங்களென்றும், உயர்நிலைத் தாவரங்களினுடையவைகளின் முன்னோடிகள் நுண்ணிய எளிய புரோகணிகங்கள் என்பதுமாகும். ஆனால், கடைநிலைத் தாவரங்களில் பசுங்கணிகங்களின் பிரிதல்கள் சில குறிப்பிட்ட பேரினங்களுக்குத் தக்கவாறு வேறுபட்ட முறைகளில் ஏற்படுகின்றன என்று அறிகின்றோம். உதாரணமாக, **ஸ்ஃபீரோகார்ப்புஸ்** (Sphaerocarpus) என்ற பேரினத்தில், பசுங்கணிகத்தின் உள் மெம்ப்ரேன் வட்டமாக உள்ளிழுக்கப்பட்டும் (invagination) பிறகு அதன் மத்தியில் சேருவதனால் பசுங்கணிகம் இரு சம கூறுகளாக்கப்படுகின்றது. இருந்த போதிலும் இந்த வகையான பிரிதலில், உள்ளிழுத்தல் நிகழ்ச்சி எவ்வாறு செயல்படுகின்றது என்பதும், இறுதியில் உண்டாகின்ற சமகூறுகள் எவ்வாறு ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று பிரிகின்றது என்பதும் இன்னும் சரிவரத்தெரியவில்லை.

பிரையோ ஃபைட்கள் (Bryophytes) டெரிடோ ஃபைட்கள் (Pteridophytes) முதலியவை அவற்றின் பசுங்கணிகங்களின் தோற்றத்தைப் பொறுத்த மட்டில் கடைநிலைத் தாவரங்களுக்கும், உயர்நிலைத் தாவரங்களுக்கும் இடைப்பட்ட நிலையைச் சார்ந்ததாக இருக்கின்றன. உதாரணமாக, பிரையோ ஃபைட்டுகளின் நுனிச் செல்கள் (apical Cells) 1.5-2 மைக்ரான்கள் குறுக்களவையும், 3-5 கிரானுக்களையும் பெற்றிருக்கின்றன. இந்த வகையில் இந்த புரோகணிகங்கள் உயர்நிலைத் தாவரங்களின்செல்களில் காணப்படுகின்ற நுண்ணிய எளிய புரோகணிகங்களில் இருந்து வேறுபடுகின்றன என்பதைத் தெரிந்துகொள்ள வேண்டும். அதேசமயத்தில் முதிர்ச்சி அடைந்த செல்களில்



படம் 19.

6-15. போர்ஃபிரிடியும் குருந்தும் (pordyoridium cruentum) பிரிதலடைந்து கொண்டிருக்கின்ற செல்லின் வெட்டுத் தோற்றம். மெம்ப்ரேனினுல் வரையிடப்படாத தரசமணிகள் சைட்டோபிளாஸம் முழுவதும் பரவியிருப்பதைப் பார்க்கலாம். பசுங் கணிகத்தின் அடுக்குகள் பைரினுட் உட்சென்று பரவியிருக்கின்றன (எ. மை.)

(குறிப்பு: படங்கள் 6-1-லிருந்து 6-15 வரை பட விளக்கங்கள்) 1. தரசக்கணிகம்; 2. எண்டோபிளாஸ்மிக் வலை; 3. மைட்டோக்காண்டிரியா; 4. நூக்ளியோலஸ்; 5. எண்ணெய்போன்ற துகணிள்; 6. பைரினுய்ட்; 7. பசுங்கணிகம்; 8. நூக்ளியஸ்; 9. தைலக்காய்ட்; 10. தரசமணி; 11. கிரானு அடுக்கு; 12. கிரானு; 13. கரோட்டின் நார்கள்; 14. பசுங்கணிகத்தின் உறை; 15. தரசத தட்டு; 16. பைரினுய்ட் குழாய்; 17. டி நூ அ; 18. ரிபோஸோம்கள்; 19. வண்ணக்கணிகம்; 20. எண்ணெய்க் கணிகம் 21. புரதக்கணிகம் 22. புரோகணிகங்கள்.

இருக்கின்ற பசுங்கணிகங்கள் ஒவ்வொன்றும் ஏறக்குறைய 7 மைக்ரான்கள் குறுக்களவையும் 60-80 கிரானுக்களையும் பெற்றிருக்கின்றன. ஃபிரையோ பைட்டுகளின் பசுங்கணிகங்கள் உயர்நிலைத் தாவரங்களின் பசுங்கணிகங்கள் உண்டாவது போன்று புரோகணிகங்களிலிருந்து உண்டாகின்ற போதிலும்,

முன்னதன் புரோகணிகங்கள் பின்வகையினதிலிருந்து மேலே கூறப்பட்டது போல் அளவு, அமைப்பு போன்றவைகளைப் பொறுத்து வேறுபடுகின்றது என்று கூறலாம். வேறுவகையில் பார்க்கப்போனுல். பிரையோஃபைட்டுகளின் பசுங்கணிகங்கள் புரோகணிகங்களின் அளவு, அமைப்பு போன்றவை ஏறக்குறைய கடைநிலைத் தாவரங்களின் பசுங்கணிகங்களை ஒத்திருக்கின்றன. சில வேளைகளில் **தெரீடியும்** (Dpteridium) என்ற இனத்தின் முட்டைச் செல்களில் இருக்கின்ற புரோ கணிகங்கள் **அமீபா** (Amoeba) போன்ற வடிவத்தில் இருப்பதைப் போல் சில வேளைகளில் ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களிலும் (angiosperons) காணப்படுகின்றன.

ஆஞ்ஜியோஸ்ஃபர்மகளின் ஆக்குத்திசு செல் ஒவ்வொன் றிலும் கண்ணிற்குப் புலப்படக்கூடிய புரோகணிகங்களின் எண்ணிக்கை ஏறக்குறைய 20 ஆக இருக்கக்கூடும். உதாரண-மாக ஸியா (Zea) வின் வேர் நுனிமுடிச் செல்லில் 20-30 புரோகணிகங்கள் இருக்கின்றன.

பசுங்கணிகங்கள் புரோகணிகங்களில் இருந்து உண்டா-வதற்கு முன்னதாகவே, அதாவது, தொடக்க நிலையிலேயே அவற்றில் தரசம் உண்டாகின்றது. வேறுவகையில் கூற வேண்டுமானுல் பசுங்கணிகங்களில் நுண் அடுக்குகள் உண்டா வதற்கு முன்பும், புரோகணிகங்களின் பிரிதல்கள் ஏற்படுவ-தற்கு முன்பும் அவற்றில் தரசம் உண்டாகின்றது. இதிலிருந்து தரசச் சேர்க்கைக்குத் தேவைப்படுகின்ற என்ஸைம் (enzyme), பச்சையம் தோன்றுவதற்கு முன்னரே இருந்திருக்க வேண்டும் என்று ஊகிக்க முடிகின்றது.

தரசக் கணிகங்களின் தோற்றம், கணிக உறையின் உள் மெம்ப்ரேன் உள்ளிழுத்தல் முறையைத் தொடக்கத்தில் ஒத்திருக் கின்றது. இப்படி உண்டாகின்ற நுண் அடுக்குகள் மிகவும் நீளமானதாகவும், அவற்ருல் உண்டாகின்ற அடுக்குகளின் பை போன்ற பகுதிகளில் தரசமணிகள் உண்டாகின்றன. தரசமணி-கள் பெரியதாகிக் கொண்டு வரும்பொழுது நுண் அடுக்குகள் தெளிவாகப் புலப்படுவதில்லை. புரோகணிகங்களில் இருந்து பசுங்கணிகங்களும், தரசக்கணிகங்களும் உண்டான போதிலும் இந்த இருவகையான கணிகங்களும் தரசப் பொருளைப் பெற்றிருந் தாலும், பசுங்கணிகங்களைத் தோற்றுவிக்கின்ற புரோகணிகங்-களும், தரசக்கணிகங்களைத் தோற்றுவிக்கின்ற புரோகணிகங்-களும், அவற்றின் அமைப்பைப் பொறுத்த மட்டில் முறையே வேறுபட்டிருக்கவேண்டும் என்று கருதப்படுகின்றது. ஏனென்ருல்,

தரசக்கணிகங்களை உண்டாக்குகின்ற புரோகணிகங்கள் நுண் அடுக்குகள் தோன்றுவதற்காக முன் அமைப்பைப் பெற்றிருப்ப தில்லை. ஆனால், பசுங்கணிகங்களின் புரோகணிகங்கள் இவற் றைப் பெற்றிருக்கின்றன.

வேறுவகைக் கணிகங்கள் பசுங்கணிகங்களில் இருந்தோ அல்லது தரசக்கணிகங்களில் இருந்தோ அல்லது இவை இரண்டிற்கும் புரோகணிகங்களுக்கும் இடைப் பட்ட நிலைகளில் காணப்படுபவைகளிலிருந்தோ உண்டாகலாம். உதாரணமாக ஒளிச்சேர்க்கையில் சம்பந்தப்படாத வண்ணக்கணிகங்கள் நேரிடையாக, ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கு முதிர்ச்சி அடைந்த பசுங்கணிகங்களிலிருந்தோ அல்லது முழுவளர்ச்சி அடைந்த பசுங்கணிகங்களிலிருந்தோ உண்டாகக் கூடும்.

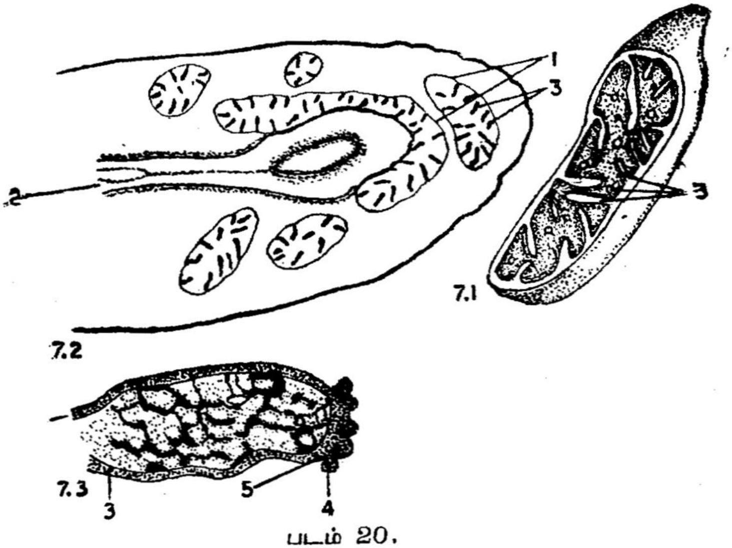
4-2. மைட்டோக்காண்டிரியா (Mitochondria)

மைட்டோக்காண்டிரியான் (Mitochondrion) என்ற பெயர். பெண்டா (Benda) என்பவரால் தாவரங்கள், பிராணிகளின் சைட்டோபிளாஸத்தில் காணப்படுகின்ற நூல் போன்ற மணிக்கு (threod like grain) கொடுக்கப்பட்டதாகும். மைட்டோகாண் டிரியா பிராணவாயுவைச் சுவாகிக்கின்ற அல்லது எடுத்துக் கொள் கின்ற எல்லா உயிரினங்களிலும் காணப்படுகின்றன. இந்த வகையில் பார்க்கப் போனல், இவை பேக்டிரியாவிலும், நீல-பச்சை நிற ஆல்காவிலும், (blue green algae) காணப்படுவதில்லை. இதற்குப் பதிலாக, இந்த வகைத் தாவரங்களில், மைட்டோக் காண்டிரியாவைப் போன்ற செயலையும், அமைப்பையும் பெற்றுள்ள மீஸோஸோம்கள் (mesosomes) என்று சொல்லப்படுகின்ற நுண் அமைப்புகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. இதுபோல், ஈஸ்ட்களிலெல் லாம் (yeasts) மைட்டோக்காண்டிரியா காணப்படுவதில்லை. பிராணவாயுவைச் சுவாசித்தலில் பயன்படுத்துகின்ற ஈஸ்ட்டுகளில் மட்டும் தான் இந்த மைட்டோகாண்டிரியா இருக்கின்றன, சிலர் தாவரங்களில் இருக்கின்ற மைட்டோக்காண்டிரியாவை, காண் டிரியோ ஸோம்கள் (Chondrio somes) என்றும் அழைப்பதுண்டு.

உருவமும் அளவும் (Form and size) : மைட்டோக்காண் டிரியா உருளைப் போன்ற அல்லது வட்ட வடிவமான தூள்கள் போன்றோ அல்லது குவிந்ததட்டுப் போன்றோ அல்லது பல்வேறு உருவங்களையோ பெற்றிருக்கக்கூடும். உருளை போன்றிருக்கும் பொழுது அவை ஒவ்வொன்றின் சாரசரி நீளம் 3 மைக்ரான்களாக இருக்கக்கூடும். வட்ட வடிவத்துடன் இருக்கின்ற மைட்டோக் காண்டிரியனின் குறுக்களவு 0.5-1.5 மைக்ரான்களாக இருக் கின்றது. இவற்றைச் சாதாரணமாக, ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பில்,

தகுத்த முறைகளின் சாயப்படுத்திப் பார்க்கமுடிகின்றது. மேலும், இவற்றை ஃபேஸ்மைக்ராஸ்கோப்பின் (phase microscope) மூலமும் செல்கள் உயிருற்ற நிலையில் இருக்கும் பொழுது பார்த்துத்தெரிந்து கொள்ளலாம். இவற்றைச் சாயப்படுத்திப் பார்ப்பதற்கு ஜேனஸ் பச்சை 'பி' (Janus green B) என்ற சாயத்தைப் பயன்படுத்துகின்றார்கள். இந்தச்சாயத்தை இவற்றிற்குப் பயன்படுத்தும் பொழுது, மைட்டோக்காண்டிரியா ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில், அதாவது பிராணவாயுவுடன் சம்பந்தப்பட்ட நிலையில், நீல நிறத்தைப் பெறுகின்றன. இவற்றின் உருவமும், அளவும், ஒவ்வொரு செல்லின் மெட்டோபோலிக் (metabolic) நிலையைப் பொறுத்தும். வயது கேமீட்டுகளின் உள்ளமைப்பு (gametic make up) முதலியவைகளைப் பொறுத்தும், வேறுபடுகின்றன, உதாரணமாக, ரே செல்களில் (ray cells) மைட்டோக்காண்டிரியாவின் குறுக்களவு 0.6 மைக்ரானுகவும், அதே சமயத்தில் டிரக்கீட்களில் (tracheids) இருப்பவை 0·35-0·5 மைக்ரான் அளவையும் பெற்று இருக்கின்றன. (Cronshaw & Wardrop, 1964) இவற்றிற்கு என்று தனிப்பட்ட சுயேச்சையான அசைவு இருக்கின்றது. இவை பிரிவுறுதலையும், பிறகு ஒன்று சேர்ந்து இணைவதையும் பெற்றிருக்கின்றன. உதாரணமாக, மகரந்தத் தூள்களில் இருக்கின்ற ஸைட்டோபிளாசம் சிதைவு அடைந்து கொண்டு வரும்பொழுது, இவை பசுங்கணிகளும் பெருத்தும், இணைந்தும், சிதைவும் அடைகின்றன. (Larson, 1965). இவையும் பசுங்கணிகங்களைப் போன்று இரு மெம்ப்ரேன் கூறுகளினுல் (Unit membrane) வறையறுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. மேலும், இவற்றின் உள்புறமிருக்கின்ற மெம்ப்ரேன் உள்ளிழுக்கப்பட்டு, கிரிஸ்டே (cristae) என்று கூறப்படுகின்ற பல நீள வடிவ அமைப்புகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. கிரிஸ்டே மைட்டோகாண்டிரியாவின் உள் இருக்கின்ற திரவத்தை நோக்கி அமைந்திருக்கின்றன. (படம் 7·1), உட்புறம் நோக்கி தோன்றியிருக்கின்ற அமைப்புகள் இருவகைப்படும். ஒருவகை தட்டையான நீள வடிவ அமைப்பையும் மற்ருெரு வகை, நுண் குழல்கள் (tubules) போன்றதாகவுமிருக்கின்றன. இந்த இரு வகைகளையும் முறையே வேறுபடுத்துவதற்குத் தக்கவாறு தட்டைப் படிவத்திலிருப்பவைகளை கிரிஸ்டே என்பதும், நுண்குழல்கள் போன்றிருப்பவைகளை மைக்ரோவில்லி (microvilli) அல்லது நுண் குழல்கள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. இந்தவகையில், வேறுபாடுகள் இருந்த போதிலும், 'எமை'ல் பார்க்கும் பொழுது, இவை மேற்கூறப்பட்ட இரு வகைகளில் காணப்படாத காரணத்தினுல், பொதுவாக உட்புறம் தோன்றியிருக்கின்ற அமைப்புகளை கிரிஸ்ட்டே என்றே பெரும்பாலோரால் அழைக்கப்படுகின்றது. மைட்டோக்காண்டிரியாவில் இந்த உள்ளமைப்புகள் நன்ருகத்

தோன்ருத நிலையில், அவை பார்பதற்குப் பசுங்கணிகங்கள் போன்று இருக்கின்றன. ஆனுல், உள்ளமைப்புகள் முழுவளர்ச்சி அடைந்து தெளிவாகத் தெரிகின்ற காலத்து மைட்டோக்காண்டிரியாவை பசுங்கணிகங்களிலிருந்து பிரித்தறிவது எளிதாகின்றது. எப்படியென்ருல், கிரிஸ்டே எப்பொழுதும் பசுங்கணிகங்களிலிருக்கின்ற நுண்ணடுக்குகள் போலன்றி, குறுக்குவாட்டில் அமைந்தும், மைட்டோக்காண்டரியாவின் வரையறுக்கின்ற மெம்ப்ரேன்களில் உள் மெம்ப்ரேனுடன் இணைந்தும் காணப்படுகின்றன. ஆனுல்



படம் 20.

7-1. மைட்டோக்காண்டிரியான் (எ. மை.)

7-2. ஊக்லினு கிராஸிலிஸ் (euglena gracilis) ஃபிலஜெல்லாப் பகுதியின் தோற்றம் (எ. மை.) இதனடிப்பாகத்தைச் சுற்றி மற்ற பாகத்திலிருக்கின்ற மைடடோக் காண்டிரியாவைவிடப் பெரியதொரு மைட்டோக் காண்டிரியானிருப்பதைப் பார்க்கலாம்.

7-3. ரிஸினுஸ் (ricinus) விதையிலுள்ள மைட்டோக்காண்டிரியாவின் கிரிஸ்டா தோற்றம் இதன் மேற்பரப்பில் அமைந்திருக்கின்ற அமைப்பு ஒவ்வொன்றும் காம்பையும், கோளவடிவமான தலைப்பாகத்தையும் பெற்றிருப்பதைக் கவனிக்கவும்.

1 மைட்டோக்காண்டிரியா; 2 ஃபிலஜெல்லா; 3. கிரிஸ்டே; 4. கோளவடிவமான தலைப்பாகம்: 5. காம்பு.

பசுங்கணிகங்களிலோ நுண்ணடுக்குகள் நீளப் போக்கில் அமைந்தும், வரையறுக்கின்ற மெம்ப்ரேன்களுடன் அவை அனேகமாக இணைந்தும் காணப்படுவதில்லை. மைட்டோக்காண்டிரியாவை முன் அத்தியாயத்தில், கூறிய வகையைக் கடைப் பிடித்து, அவற்றைச் செல்களிலிருந்து தனியே பிரித்தெடுக்க முடியும்.

இவ்வாறு பிரித்தெடுக்கப்பட்டவைகளை, இராசயன அடிப்படையில் ஆராய்ந்து பார்க்கும் பொழுது, அவை அனேகமாக பெருமளவிற்கு அதாவது 65-70 சதவீதம் புரதத்தையும், 25-30 சதவீதம் பாஸ்ஃபோலிப்பிட் (phospholipids) களையும் பெற்றிருப்பதாகத் தெரிகின்றது. இவையன்றி ஓரளவிற்கு ரிநூஅ (RNA) வும், மிகக் குறைந்த அளவிற்கு, 'டிநூஅ' (DNA) வையும், பெற்றிருக்கின்றன, மைட்டோக்காண்டிரியாவின் அடிப்படைப் பொருள் (matrix substance) புரதங்களையும் லிப்பிட்களையும் பெற்றிருக்கின்றன. இதுவுமன்றி 25 மி·மை (1 மில்லி மைக்ரான் $= 10^{-9}$ மி.மீ) குறுக்களவைப் பெற்றுள்ளதும் எலக்ட்ரான் அடர்த்தித் தன்மையும் (electron dense) பெற்றுள்ளதுமான ரிபோஸோம்களுமிருக்கின்றன. இந்த ரிபோஸோம்கள் 0.5 லிருந்து 6 சதவீதம் வரைக் காணப்படுகின்ற 'ரிநூஅ' (RNA) வைத் தோற்றுவிக்கின்றன. ஸியா (Zea) வின் வேர்களில், முதிர்ச்சியடையாத மைட்டோக்காண்டிரியாவில் எலக்ட்ரான் அடர்த்தித் தன்மையைக் குறைந்த அளவில் பெற்றிருக்கின்ற நுண் இழைகள் (filaments) காணப்படுகின்றன. இந்த இழைகள் ஒருவேளை 'டிநூஅ' இழைகளாக இருக்கலாம் என்று கருதப்படுகின்றது. ஆகவே, மைட்டோக்காண்டிரியாவின் அடிப்படைப் பொருளில், 'ரிநூஅ' வும், 'டிநுஅ'வும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கு அடங்கி இருக்கின்றன என்று தெரிய வருகின்றது. இவற்றின் 'டிநூஅ' நூக்ளியஸின் 'டிநூஅ' விலிருந்து அமைப்பு ஆக்கம் (composition) வளர்சிதைமாற்றம் (metabolism) முதலியவைகளைப் பொறுத்து வேறுபடுகின்றது. உதாரணமாக, சுண்டெலியின் (mouse) நார்த்திசுக்களில் இருக்கின்ற மைட்டோக்கான்டிரியாவின் 'டிநூஅ' வட்ட இழைகளால் ஆன இரு (stranded) ஆக இருக்கின்றது. ஆனல், அதன் நூக்ளியஸின் 'டிநூஅ' நீளப் போக்கில் அமைந்திருக்கின்றது. இழைகளாகக் காணப்படுகின்றன (Nass, 1966).

எண்ணிக்கை : ஒவ்வொரு தாவரப் பிராணிகளின் உயிருற்ற செல்களில் மைட்டோக்காண்டிரியா ஏராளமாகத் தோன்றியிருக்கின்றன. உதாரணமாக, ஸியா (Zea)வின் வேர் நுனிமுடி (root cap) செல்கள் ஒவ்வொன்றிலும், 100-ல் இருந்து 3000 வரை மைட்டோக்காண்டிரியாக்கள் காணப்படுகின்றன. ஆனல், இதன் ஆக்குத் திசுக்களில், மிகக் குறைந்த அளவில் இவை காணப்படுகின்றன. பிறகு, ஸைட்டோ பிளாஸத்தின் அளவு அதிகரிக்கும் பொழுது இவற்றின் எண்ணிக்கையும் அதிகரிக்கின்றது. உதாரணமாக. ஸ்ஃபீரோகார்ப்பூஸ் (Sphacrocarpus)ன் முட்டைச் செல்களில், தொடக்கத்தில், 250-400 மைட்டோக்-

காண்டிரியா காணப்பட்டு பிறகு, அவை முதிர்ச்சி அடைந்த நிலையில், இவற்றின் எண்ணிக்கை 800-1800 ஆக அதிகரிக்கின்றது. சில உதாரணங்களில், மைட்டோகாண்டிரியாவின் எண்ணிக்கை மிகவும் குறைந்து காணப்படலாம். உதாரணமாக, மைக்ரோமோனஸ் (Micromenas) என்ற ஆல்காவின் செல்லில், ஒரே ஒரு மைட்டோகாண்டிரியனைக் காணலாம். ஃபூக்கஸ் (Fucus) வின் விந்து செல்களில் (sperm cell) 4 மைட்டோகாண்டிரியா இருப்பதாகக் கூறப்படுகிறது.

செயலும், செயல்படும் முறையும் (Function & functioning methods): செல்களில் எங்கெங்கு செயல்கள் நடைபெறுகின்றனவோ, அந்தப் பகுதிகளில் எல்லாம், மைட்டோகாண்டிரியாவை நிச்சயமாக எதிர்பார்க்க முடியும். இந்த உண்மையை மைட்டோகாண்டிரியாவை மிகக் குறைந்த எண்ணிக்கையில் பெற்றிருக்கின்றதும், ஃபிலஜெல்லா (flagella) வைப் பெற்றிருக்கின்றதுமான ஒரு செல் உயிரினங்களின் மூலம் நன்கு தெரிந்து கொள்ளலாம். (படம் - 7.2) இதுபோல், எந்த ஒரு செல்லில் அதிக அளவு சுவாசித்தல் ஏற்படுகின்றதோ அந்தச் செல்லில் மைட்டோக்காண்டிரியா இருப்பதுடன், அவை ஏராளமான அளவுவிலும் காணப்படுகின்றன. உதரணமாக, அபுத்திலான் (Abutilon) பூக்களில். தேன் சுரக்கின்ற செல்களிலெல்லாம் இவை அதிக எண்ணிக்கையில் இருப்பதைக் காணலாம்.

மைட்க்டோக்காண்டிரியா செயல்படுகின்ற முறையைக் குறித்தும் அவற்றில் அடங்கியிருக்கின்ற ஆக்கப் பொருள்களைக் குறித்து நன்கு தெரிந்து கொள்வதற்கும், அவற்றைப் பிரித்தெடுத்து ஆராய்ந்தறிவது ஒரு முக்கியமான முறையாகக் கையாளப்பட்டு வருகின்றது, என்பதாக முன்னரே தெரிந்து கொண்டோம். இந்த முறையில் தனியாகப் பிரித்தெடுக்கப்பட்ட மைக்டோக்காண்டிரியாவில், 'அடிபா' (ATP: Adenosine triphosphate) உண்டாவதற்கான என்ஸைம்கள் அடங்கியிருப்பதாக அறிய முடிகின்றது. மேலும், இந்த முக்கியமான 'அடிபா' உண்டாவதற்கு மைட்டோகாண்டிரியாவிற்கு, கொழுப்பு அமிலங்களும் (fatty acids), பைருவிக் அமிலம் (Pyruvic acid) அல்லது அமினோ அமிலங்களும் (amino acids), பாஸ்ஃபேட்டும் தேவைப்படுகின்றன. சுவாசித்தலில் சம்பந்தப்பட்ட கிரப்ஸ் செயல்வட்ட சூழலுக்குத் (Kreb's cycle) தேவைப்படுகின்ற என்ஸைம்கள் கிரிஸ்டேவின் மேற்பரப்பில் பொருந்தியிருக்கின்றன. இது போன்று கொழுப்பு அமிலம் ஆக்ஸிகரணத்திற்கான என்சைம்களும், கிரிஸ்டேவின் மேற்பரப்பில் அடங்கியிருக்கின்றன. மற்றொரு

வகையில் சைட்டோபிளாஸத்தின் அயான் (ion) அமைப்பைச் சீரான முறையில், இருத்தி வைப்பதற்கும், இந்த மைட்டோகாண்டிரியா பயன்படுகின்றன. உதாரணமாக, பொட்டாஸியம் (potassium), கால்ஸியம் (calcium) மக்னீஸியம் (magnesium) மாங்கனீஸ் (manganese) பாஸ்ஃபேட் (phosphate) போன்ற தாதுப்பொருள்களை சைட்டோபிளாஸத்தில் சேமித்து வைக்கப் படுகின்ற செயலும் இவை ஈடுபடுகின்றன. தனிப்பட்ட முறையில், புரதச் சேர்க்கையைச் செயல்படுத்தக்கூடும், என்று பல சான்று களிலிருந்து தெரிய வருகின்றது. 'அடிபா' ஒரு செல்லுக்குத் தேவைப்படுகின்ற அளவைப் பொறுத்து, மைட்டோகாண்டிரி யாவின் அளவும், இருப்பிடமும், உள்ளமைப்பும், வேறுபடு கின்றன. இதுபோல், கிரிஸ்டேவின், எண்ணிக்கையும், உருவமும் வெவ்வேறு திசு வகைகளைப் பொறுத்தும், செல்களின் வெவ்வேறு வளர்ச்சி நிலைகளைப் பொறுத்தும், மாறுபடுகின்றன. இந்த உண்மையைக், கீழ்க்காணும் அட்டவணையிலிருந்து தெரிந்து கொள்ளலாம்.

ஸியா (Zea) வேர்நுனி (Clowes & Junifer, 1964)

எண்.	செல்வகை	கிரிஸ்டேயின் நீளம் (மைக்ரான்)
1.	அமைதியுற்ற மையப் பகுதிச் செல்கள் (quiescent centre cells)	1·3
2.	வேர்நுனிமூடிச் செல்கள்	2·3
3.	புறணி (cortex) நீண்ட செல்கள்	1·7

ஆரும் (Arum) செடியின் ஸ்பேடிக்ஸ் (spadix) என்று சொல்லப்படுகின்ற மஞ்சரியில் (inflorscence) கிரிஸ்டேவின் மொத்த நீளம் நீளுவதன்மூலம் இரட்டிக்கின்றது அல்லது செல்கள் முதிர்ச்சியடைந்து கொண்டிருக்கும்பொழுது, புதிதாகவும் உண்டா கின்றன (Simon and Chapman 1961).

மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் உள் மெம்ப்ரேனின் பரப்பு, செல்களில் ஒளிச் சேர்க்கை அதிக அளவில் ஏற்படும் பொழுது, அதிகரிக்கின்றது என்றும், அதே சமயத்தில் செல்களில் தரசப் பொருள் உண்டாகும் பொழுது, அதன் பரப்பு குறைகின்றது

என்றும் கருதப்படுகின்றது (Buvat and Lance 1958). இது போன்று, ஃபுளோயம் (phloem) திசுவிலிருக்கின்ற துணைச் செல்களிலும் (companion cells) பாரங்கைமாவிலும் (parenchyma) இருக்கின்ற மைட்டோகாண்டிரியா தெளிவாக உண்டான கிரிஸ்டேக்களைப் பெற்றிருக்கின்றன. ஆனால், சல்லடைக்குழாய் செல்களில், இவை குறைந்து காணப்படுகின்றன. (Esau, 1963). பூஞ்ஞையில் (fungi) மைட்டோக்காண்டிரியாவின் உள்ளமைப்பு அவற்றின் உணவைப் பொறுத்தும், மைட்டோக்காண்டிரியா செடியில் அமைந்திருக்கின்ற இடம் முதலியவைகளைப் பொறுத்தும் வேறுபடுகின்றது, (Hawker, 1965). பொதுப்படையாகப் பார்க்கப் போனால், தாவரங்களில் இருக்கின்ற மைட்டோக்காண்டிரியா, பிராணிகளில் இருக்கின்றவைகளைப் போன்றதொரு சிக்கலான அமைப்பைப் பெற்றிருப்பதில்லை என்று கூறலாம்.

மைட்டோக்காண்டிரியாவின் உறை ஒரு கூறு புகவிடும் (semipermeable) மெம்ப்ரேன் போன்று செயல்படுகின்றது. இவற்றின் வெளிப்புற மெம்ப்ரேனும், உட்புற மெம்ப்ரேனும் முறையே வேறுபட்ட ஊடு பரவுகின்ற (permeability) இயல்புகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. உதாரணமாக 'அடைபா' (ADP; Adenosine diphosphate) வும், பாஸ்ஃபேட்டும் (phosphate) வெளிப்புற மெம்ப்ரேன் மூலம் வேகமாகவும், தடையில்லாமலும், ஊடுருவிச் செல்லக்கூடும். ஆனால், உட்புற மெம்ப்ரேன் மூலம் பொருள்கள் செல்வதற்குச் சக்தி தேவைப்படுகின்றது. இந்த வகையில், உட்புற, வெளிப்புற மெம்ப்ரேன்களுக்கிடையே வேறுபாடு இருப்பதை அறியலாம். வெளிப்புற மெம்ப்ரேனில், மேற்கூறப்பட்ட வகையில் உட்செலுத்துதல் ஏற்படுவதனால், மைட்டோக்காண்டிரியாவின் இரு மெம்ப்ரேன்களுக்கு இடையே திரவம் வந்தடைகின்றது. மேலும் இந்த திரவம், கிரிஸ்டேயின் உட்புறத்துடன் தொடர்ச்சியுற்றும் இருக்கின்றது. இதிலிருந்து இரு மெம்ப்ரேன்களும் தொடர்ச்சியாக அமைந்திருக்கின்றது என்று தெரிவதோடல்லாமல், கிரிஸ்டேவும், இந்த மெம்ப்ரேன்களும் தொடர்ச்சியுற்று இருக்கின்றன என்ற உண்மையும் தெரிகின்றது. ஆனால், மற்றொரு கருத்தின் படி, வெளிப்புற மெம்ப்ரேன் தொடர்ச்சியுற்று இருக்கின்றது என்பதாகும். இதற்கு அடிப்படையாக வெளிப்புற மெம்ப்ரேனின் மூலம் பெரிய அளவுடைய பரமாணுக்கள் உட்நோக்கிச் செல்வதிலிருந்து தெரிகின்றது.

நுண் அமைப்பு (Fine Structure): மைட்டோக்காண்டிரியாவின் உறை இரு அடர்த்தியான கோடு போன்ற அமைப்பையும், இவற்றிற்கிடையில், அடர்த்திபற்ற ஒரு தெளிவான பகுதியையும்

பெற்றிருக்கின்றது. இந்த வகையான அமைப்பை ஆஸ்மியம் டெட்ரா ஆக்ஸைட் (osmium tetraoxide)யினுல், நிலைநிறுத்தப் பட்ட மைட்டோக்காண்டிரியாவில் புலனுகக்கூடும். அடர்த்தி யான கோடு ஒவ்வொன்றும், 5 நானே மீட்டர் அளவிற்குத் தடிப்பையும், அடர்த்தியற்ற தெளிவான பகுதி 8·5 நானே மீட்டர் அளவிற்கு அகலத்தையும் பெற்றிருக்கின்றன. ஆனுல், பொட்டாசியம் பர்மாங்கனேட் (Potassium permanganate) டினுல் நிலை நிறுத்தப்பட்ட மைட்டோக்காண்டிரியாவின் உறையைப் பார்க்கும் பொழுது, மேலே கூறப்பட்ட ஒவ்வொரு அடர்த்தியான கோடு போன்ற அமைப்பும் மேலும் 2·5 நானே மீட்டர் தடிப்புள்ள இரு அடர்த்தியான பட்டைகளைப் பெற்றிருப்பதாகத் தெரிகின்றது. இந்த இரு அடர்த்தியான பட்டைகளுக்கிடையே மறுபடியும் அடர்த்தியற்ற தெளிவான ஒரு பகுதி 2·5 நானே மீட்டர் அளவில் தடிப்பைப் பெற்றிருக்கும். மைட்டோக்காண்டிரியாவின் உறை மேலே விவரித்தபடி காணப்படுகின்ற அடுக்குகளின் தடிப்பின் அளவை எல்லாம் ஒன்றுசேர்த்துக் கூட்டிப் பார்க்கும்பொழுது, 25 நானே மீட்டராக இருக்கின்றது. இதில் அடர்த்தியற்ற தெளிவான பகுதி மட்டும் 10 நானே மீட்டர்கள் அளவிற்கு தடிப்புத் தன்மையைப் பெற்றிருக்கின்றது. மைட்டோக்காண்டிரி யாவின் உறை மேலே கூறப்பட்ட வகையில் பகுதிகளைப் பெற்றிருப் பதனுல், அது இரு மெம்ப்ரேன் கூறுகளைப் பெற்றிருக்கின்றது என்று தெளிவாகக் கூறப்படுகின்றது. மைட்டோக்காண்டிரியா வின் மெம்ப்ரேன்கள் 5 நானே மீட்டர்கள் அளவில் பல நுண்மணி களைப் போன்ற தன்மையைப் பெற்றிருப்பது சமீப காலத்தில் கண்டறிந்த உண்மையாகும். மேலும், மைட்டோக்காண்டிரியா வின் உட்புற மெம்ப்ரேன் பரப்பிலும், கிரிஸ்டே மெம்ப்ரேனின் மேற்புறமும், 4-5 நானே மீட்டர்கள் நீளமுள்ள காம்புகளின்மேல் 8·5 நானே மீட்டர் அளவிலுள்ள கோள வடிவமான அமைப்புகள் அமைந்திருக்கின்றன. (படம் 7·3) இவை அடிப்படைத் தூள்கள் (elementary particles) என்றழைக்கப்படுகின்றன. அடிப்படைத் தூள்கள் ரிஸினுஸின் (Ricinus) செக்ஷன்களாக வெட்டியெடுக்கப் படாத எண்டோஸ்பர்ம் திசுவைப் பார்க்கும்பொழுது தெரிவதாகக் கூறப்படுகின்றது. (Blair & green, 1964) மேலும், அடிப்படைத் தூள்கள் ஒவ்வொரு மைட்டோக்காண்டிரியாவைப் பொறுத்த மட்டில், 10,000லிருந்து 100,000 வரையில் உண்டாகியிருக் கலாம் என்று கணக்கிடப்பட்டிருக்கின்றது. மைட்டோக்காண்டிரி யாவின் வெளிப்புற மெம்ப்ரேனிலும் கூட, சில வேளைகளில், அடிப் படைத்தூள்கள் இருப்பதாகக் கூறப்படுகின்றது. ஒவ்வொரு அடிப்படைத்துளின் பரமாணு எடை இரண்டு மில்லியனுக இருக் கின்றது. இதுவுமன்றி ஆக்ஸிகரணத்திற்கு (oxidation) வேண்டிய

எலக்ட்ரான் மாற்றுதல் (electron transfer) அமைப்பு முழுவதும் பெற்றிருக்கின்றது. மைட்டோக்காண்டிரியாவைக் குறித்து ஆராயப்பட்ட ஆராய்ச்சிகளின் வாயிலாகத் தெரிவது என்ன வென்ருல், ஒரு உயிருற்ற செல்லில் தோன்றியிருக்கின்ற எல்லா வகை மெம்ப்ரேன்களும், மைட்டோக்காண்டிரியாவின் மெம்ப் ரேனில் காணப்படுகின்ற அடிப்படைத் தூள்கள் போன்ற இயல்பைப் பெற்றிருப்பதாக ஒரு சாரரால் நம்பப்படுகின்றது. (Blair & green, 1964) அல்லது மெம்ப்ரேன்களைப் பொறுத்த மட்டில், அவை இரு வகையினதாக இருக்கக்கூடும். ஒரு வகை மெம்ப்ரேன் கூறு ஆகவும் (unit membrane) மற்ரொரு வகை அடிப் படைத் தூள்களைப் பெற்றுள்ள மணியொத்த மெம்ப்ரேனுகவும் (granular membrane) இருக்கக்கூடும். (Robertson, 1964). எப்படியிருந்தபோதிலும், சில வேளைகளில், இந்த அடிப்படைத் தூள்கள் போன்ற அமைப்புகள் கையாளப்படுகின்ற செயற்கை முறைகளின் விளைவாக, ஏற்படுகின்றது. இந்த நிலையில் மேற் கொண்டு ஆராயும்பொழுது, இந்த அடிப்படைத் தூள்கள், ஒவ்வொன்றும், மெம்ப்ரேனிலிருந்து வியர்வை போன்று வெளிப் படுத்தப்பட்ட லிப்பிட் அல்லது புரதமாகவும், இருக்கலாம் என்றும் கருதப்படுகின்றது.

மேலே விவரிக்கப்பட்ட அடிப்படைத் தூள்கள் மைட்டோக் காண்டிரியாவின் உள்புறமாக அதாவது, உட்புற மெம்ப்ரேன், கிரிஸ்டே போன்றவைகளின் மேற்பரப்பில், அடிப்படைப் பொருளை அடுத்துக் காணப்படுகின்றவைகளாகும். இவை மட்டுமல்லாமல், வெளிப்புற மெம்ப்ரேனின் மேற்பரப்பில், காம்பற்ற தூள்கள் போன்ற அமைப்புகளுமிருக்கின்றன. இந்த இரு வகையான தூள்கள் போன்ற அமைப்புகளும் முறையே வெவ்வேறு வகையில் சுவாசித்தல் நிகழ்ச்சியில் செயல்படுகின்றன. உதாரணமாக, வெளிப்புற மெம்ப்ரேன் தூள்கள், ஆக்ஸிரணத்தைச் செய்து, அதன் மூலம் எலக்ட்ரான்களையும் அளிப்பதிலும், 'அடிபா' வின் உதவியைக் கொண்டு சேர்க்கையைத் துரிதப்படுத்துவதிலும், பங்கு கொள்கின்றன. ஆனுல், உட்புற மெம்ப்ரேன்களிலும், கிரிஸ்டேயிலும் காணப்படுகின்ற அடிப்படைத் தூள்கள், 'அடிபா'வை உண்டாக்குவதற்கான எலக்ட்ரான் மாற்றுதலைச் செய்வதில் ஈடுபடுகினறன. (green. 1964).

இரசாயன அடிப்படையில் மைட்டோக்காண்டிரியா கூட்டத்தை ஆராய்ந்து பார்க்கும் பொழுது, அவை பலதரப் பட்டவைகளாக, (hetengeneous) இருக்கின்றன. இந்த உண்மை யைப் புல்லினத்தின் வேர் நுனிச் செல்களைக் கொண்டு. நான்கு

முறைகளைக் கையாண்டு பார்த்ததில், மைட்டோக்காண்டிரியாவில் பின்வரும் வகைகள் இருப்பதாகத் தெரிகின்றது. அவையாவன :

(1) ஜேனஸ் பச்சை 'பி' (Janus green B) சாயத்தைப் பயன்படுத்திப் பார்த்தலில், ஸைட்டோகு ரோம் ஆக்ஸிடேஸைப் (cytochrome oxidase) பெற்றிருக்கின்ற மைட்டோக்காண்டிரியா என்ற ஒரு வகையாகும், இந்த வகை ஒவ்வொரு செல்லிலும், 85-95 எண்ணிக்கையில் இருப்பதாகத் தெரிய வருகின்றது.

(2) இரண்டாவது பரிசோதனையில், அமிலம் பாஸ் ஃபேட்டேஸைட் (acid phosphatase) பெற்றிருக்கின்ற மைட்டோக் காண்டிரியா என்றவகை 98-108 எண்ணிக்கையில் இருப்ப தாகத் தெரிய வந்தது.

(3) மூன்றுவது பரிசோதனையின் மூலம், ஸக்ஸினிக் டிஹைட்ரோஜினேஸ் (succinic dehydrogenase) என்ற என்ஸை மைப் பெற்றிருக்கின்ற மைட்டோக்காண்டிரியா என்ற வகை 42-58 எண்ணிக்கையில் இருப்பதாகவும் காட்டப்பட்டது.

(4) நான்காவது பரிசோதனையின் வாயிலாக, சில செல் களில் ஸக்ஸினிக்டிஹைட்ரோஜீனேஸ் முழுவதும் மற்ற நிலை, மைட்டோக்காண்டிரியாவில் காணப்பட்டது. இந்த நான்கு வகையான முடிவுகளைக் கொண்டு சிந்தித்துப் பார்த்ததில், புல்லி னத்தின் வேர் நுனிச் செல்கள் ஒவ்வொன்றிலும், சராசரியாக, ஏறக்குறைய 90 மைட்டோக்காண்டிரியா இருப்பதாகவும், அவற்றில் குறிப்பிட்ட ஒரு பகுதி மட்டும் உடனடியாகச் செயல் படக் கூடிய ஸக்ஸினிக்டிஹைட்ரோ ஜீனேஸைப் பெற்றிருக்கின்ற தாகவும் கூறுகின்றனர்கள். (Avers & King, 1960). ஆனால், அமிலம் பாஸ் ஃபேட்டேஸைப் பெற்றிருக்கின்ற மைட்டோக்காண் டிரியா ஒரு சிறிதளவு அதிகமாகக் காணப்படுவதற்கு முக்கிய காரணம், இந்த என்ஸைம், மைட்டோக்காண்டிரியாவில் மட்டு மல்லாமல், வேறு வகையான நுண் அங்கங்களில் இருந்தும் உண் டாகியிருக்கலாம் என்பதாகும். புல்லினத்தின் வேர் நுனிச் செல்கள், இரசாயன அடிப்படையில் பலதரப்பட்டதாக இருப்பது போல், அவற்றின் செல்களும் பல தரப்பட்ட இயல்புகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. வேறு வகையில் கூறப்போனல், இந்த இரு வகையான இயல்புகளுக்கும் இடையே, ஒரு தொடர்பு இருப்ப தாகத் தெரிகின்றது. உதாரணமாக, ஃபெஸ்துகாய்ட் (festucoid) பிரிவைச் சார்ந்த புல்லினங்களில் வேர்த்தூவிகளை (root hairs) தோற்றுவிக்காத செல்களில் இவை காணப்படுவதில்லை.

தோற்றம் (Origin) : மைட்டோக்காண்டிரியாவின் தோற்றம், பெருக்கம் வளர்ச்சியடைகின்ற முறை முதலியவற்றைக் குறித்துப் பார்க்கும் பொழுது, கணிகங்களை விட குறைந்த அளவிற்குத்தான் இவற்றைக் குறித்துத் தெரியவருகின்றது. ஒவ்வொரு தடவையும், செல்பிரிதல் ஏற்படும் பொழுது, மைட்டோக்காண்டிரியாவும், பிரிவடைந்து மகளிர் செல்களை முறையே, அடைகின்றன. பிறகு மகளிர் செல்கள் வளர்ந்து வருகின்ற பொழுது, இவற்றின் எண்ணிக்கையும் ஓரளவிற்கு அதிகரிக்கின்றது. உதாரணமாக, **ஸியா** (Zea) வின் வேர் நுனி ஆக்குத்திசு தோற்றுவிகள் (initials) ஒவ்வொன்றிலும் ஏறக்குறைய 200 மைட்டோக்காண்டியா இருக்கின்றன. தோற்றுவிகளிலிருந்து தோன்றிய செல்கள் வளரும் பொழுது, ஒரு குறிப்பிட்ட பரிமாணத்திற்கு 2000-3000, மைட்டோக்காண்டிரியாவாகப் பெருகிக் காணப்படுகின்றன (Junifer & clowes, 1965). எவ்வாறு இந்தப் பெருக்கம் வியக்கத் தக்க அளவிற்கு உண்டாகின்றது என்று புரியவில்லை. ஒரு வேளை இந்தப் பெருக்கம், அவை ஒவ்வொன்றும் பிரிவதனால் உண்டாக லாம் என்று நம்பப்படுகின்றது. **ஸ்பிலாக்னும்** (Splachnum) என்ற பேரினத்தில், கணிகங்களில் ஏற்படுகின்ற மொட்டுவிடுதல் (budding) போன்ற நிகழ்ச்சி மைட்டோக்காண்டிரியாவிலும், ஏற்படு கின்றது, என்று தெரிகின்றது. இதனால், இவை அதிக அளவில் விரைவாகப் பெருகக்கூடும் என்று சொல்லப்படுகின்றது. இந்த முறையேயன்றி பல வெவ்வேறு வகைகளிலும் உண்டாகலாம் என்றும் ஊகிக்கப்படுகின்றது. நூக்ளியஸ், கோல்கி அமைப்புகள், (golgi bodies) ரிபோஸோம்கள், எண்டோபிளாஸ்மிக்வலை, பிளாஸ்மாலெம்மா (plasmalemma) வேறு பல நுண் அங்கங்கள், முதலியவை அப்பொழுதுக்கப்பொழுது, மைட்டோக்காண்டிரி யாவைத் தோற்றுவிக்கலாம் என்று கருதப்படுகின்றது. வேறு ஒரு கருத்தின்படி, மைட்டோக்காண்டிரியாவும், கணிகங்களும், வளர்ச்சி, பரிணாமம் (evolution) முதலிய அடிப்படையில் ஒரு பொதுப்படையான தோற்றத்தைப் பெற்றிருக்கக் கூடும் என்பதாகும். வேறு வகையில் கூற வேண்டுமானால், கோள வடிவத்தில் இருக்கின்ற நுண்அங்கங்கள் 50 நானோ மீட்டர்கள் குறுக்களவைப் பெற்றிருக்கும் பொழுது, அவை புரோகணிகங்கள் என்று அழைக் கப்படுகின்றன. இந்தப் புரோகணிகங்களின் உட்புற மெம்ப்ரேன் உள்ளிழுக்கப்படுவதினால், மடிப்புகளும், நுண் அடுக்குகளும் உண்டாகி, அவை முறையே ஒரு வகையில் மைட்டோக்காண்டிரி யாகவும், மற்றொரு வகையில் கணிகங்களாகவும் மாறுகின்றன. ஆனால், தற்காலத்தில் கண்டுபிடிப்பின்படி, இந்தக்கோட்பாடு ஒத்துக் கொள்ளக் கூடியதாக அமையவில்லை. ஏனென்றால், மைட்டோக்காண்டிரியாவும் கணிகங்களும், அவையவைகளுக்

கென்று தனிப்பட்ட சுயேச்சையான (autonomous) இயல்புகளை யும், டிநூஅ, ரிநுஅ-வையும் பெற்றிருக்கின்றன. இதனால், இந்த இரு வகை நுண் அங்கங்களும் வேறுபட்டவைகளாகவே கருதப் படுகின்றன. ஏற்கெனவே இருக்கின்ற மைட்டோக்காண்டிரியா பிரிவடைதல் எல்லாப் பிராணிகளிலும், தாவரங்களிலும் எப் பொழுதும் ஏற்படுவதில்லை என்று கருத்து வேறுபாடும் இருந்து வருகின்றது. (Hoffman & grigg, 1958). இதற்கு மாறாக, மைட்டோக்காண்டிரியா நூக்ளியஸ் மெம்ப்ரேனிலிருந்து உண்டாகின்றன என்று கூறப்படுகின்றது. எப்படியென்றால், நூக்ளியஸின் உட்புற மெம்ப்ரேன் அதன் மையத்தை நோக்கி உட்புறமாக உள்ளிழுக்கப்பட்டும், பிறகு அவ்வாறு உண்டா னவை சைட்டோபிளாஸத்தில் வெளியேற்றப்படுவதனால் உண்டா கின்றன என்று கருதுகின்றார்கள். (Hoffman & Grigg 1958) நூக்ளியஸின் உறையில் அடிக்கடி காணப்படுகின்ற உள் மடிப்புகளையும், அதனுடன் இணைந்து காணப்படுகின்ற மைட்டோக்காண்டிரியாவையும், இதற்கு ஆதாரமாக வைத்துக் கூறப்படுகின்றது. உதாரணம், ஃபெர்ன் (fern) முட்டைச் செல் களில், மைட்டோக்காண்டிரியா நூக்ளியஸின் உறையிலிருந்து உண்டாகின்றன. (Bell & Miihlethaler 1964). மேற்கூறப் பட்டவைகளை எல்லாம் ஒன்று சேர்த்துப்பார்க்கும் பொழுது புதிதாக மைட்டோக்காண்டிரியா தோன்றுவதைக் குறித்து உறுதியாகக் கூறுமளவிற்குத் தகுந்த சான்றுகள் இல்லா விட்டாலும், ஓரளவிற்கு மூன்று வகைகளில், அவை உண்டா கின்றன என்று கூறலாம் அவையாவன :

(1) வளர்ச்சியடைந்து பிறகு, பிரிவுறுதல்.

(2) ஏற்கெனவே இருக்கின்ற மைட்டோக்காண்டிரியா சிதைவடைதலால் உண்டாகின்ற உபகூறுகள் (subunits) பெருக்க மடைதல்.

(3) நூக்ளியஸின் உறைமடிப்புகளிலிருந்து உண்டாகுதல். இந்த மூன்று வகையான தோற்றங்களிலும், மூன்றாவது வகையில் ஏற்படுகின்ற தோற்றத்திற்குத்தான் தகுந்த ஆதாரங் களும், ஆதரவுகளும் இருக்கின்றன.

4·3 கோல்கி அமைப்புகள் (golgi bodies) :

ஆந்தையின் (owl) மூளையிலுள்ள புர்க்கிஞ்ஜே செல்களி லிருந்து ஒரு வகையான அமைப்புக்களை கோல்கி (golgi) என்பவர் 1898ம் ஆண்டில் விவரித்ததின் பேரில் இவற்றிற்கு கோல்கி அமைப்புகள் என்ற பெயர் வழங்கலாயிற்று. இவை பார்ப்பதற்கு

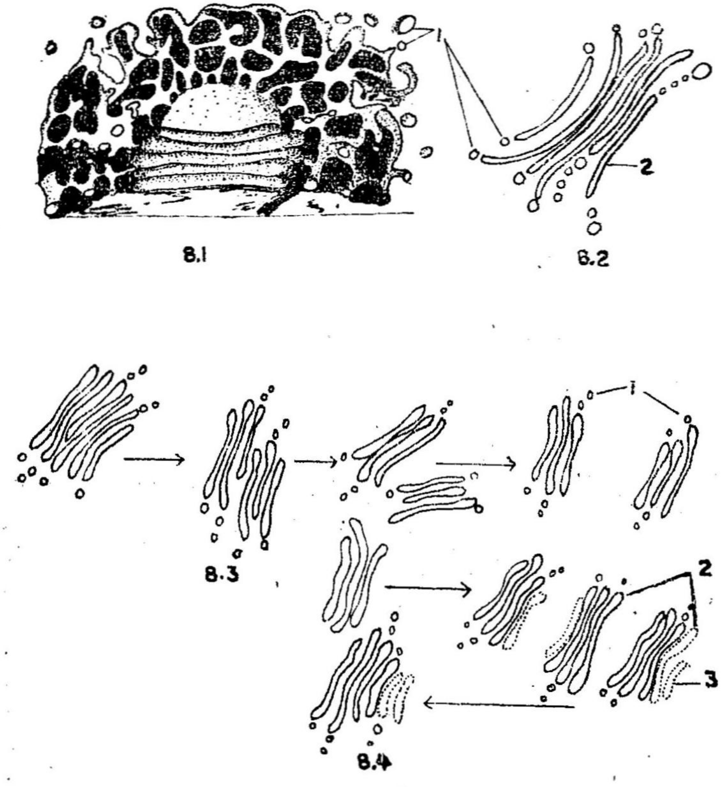
வலைபோன்ற தோற்றத்தைப் பெற்று நூக்ளியஸைச் சுற்றி சைட்டோபிளாஸத்தில் அமைந்திருக்கின்றன. மேலும், ஸில்வர் நைட்ரேட் (silver nitrate) என்ற பொருளைக் குறைக்கக்கூடிய சக்தி ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் நிறுத்திவைக்கப்பட்ட கோல்கி அமைப்புக்களுக்கு உண்டு. முதன்முதலில் இவை விலங்கின வர்க்கத்தைச் சார்ந்த எல்லா உயிரினங்களின் செல்களிலெல்லாம் இருப்பதாகக் கூறப்பட்டது. தாவரங்களைப் பொறுத்தமட்டில் சில ஆல்ஜியைத் தவிர்த்து வேறு எந்த வகையான செடிகளிலும் இவை காணப்படுவதில்லை என்றும் கருதப்பட்டது. ஆனல், உபகரணங்கள் கையாளப்படுகின்ற முறைகள் முற்போக்கடைந்துள்ள தற்காலத்தில் கோல்கி அமைப்புகள் விலங்கினங்களின் செல்களில் மட்டுமல்லாமல் தாவர இனங்களின் செல்களிலும் காணப்படுகின்றன என்ற உண்மை நிலைநாட்டப் பட்டிருக்கின்றது. மேலும், இவை சர்க்கரைப் பொருளை உண்டாக்குதலில் சம்பந்தப் பட்டிருக்கின்றன என்று கருதப்படுகின்றன. தாவர இனங்களில் நீலநிற ஆல்ஜி (blue green algae) பாக்டீரியா (bacteria) முழு வளர்ச்சியடைந்த சல்லடைக்குழாய் செல்கள் முதலியவைகளில் மட்டும் கோல்கி அமைப்புகளிலிருப்பதாக இதுகாறும் கண்டு பிடிக்கப்படவில்லை. இது போன்று பிரையோஃபைட்கள் (Bryophytes) தெரிடோஃபைத்கள் (pteridophytes) முதலியவற்றின் ஆண்பாலின கேமீட்டுகளிலும் (gametes) இவை இருப்பதாகத் தெரியவில்லை. பூஞ்ஜைப் பிரிவில் சில இனங்களில் கோல்கி அமைப்புகள் சாதாரணமாகவும், எளிய அமைப்புகளுடனும் வேறு சிலவற்றில் நுண்குழல் திரள்கள் (aggregation of tubules) போன்ற அமைப்புகளாக இருப்பதாகவும் கூறப்படுகின்றது, (Hawker, 1965) இந்த கோல்கி அமைப்புகள் முதன்முதலாகத் தாவர இனங்களில் கண்டறியப்பட்ட பொழுது அவை டிக்டியோஸோம்கள் (dictyosomes) என்று அழைக்கப்பட்டன. ஏனென்றால், இவை விலங்கினங்களில் இருக்கின்ற கோல்கி அமைப்புகளின் ஒவ்வொரு தனிப்பட்ட அமைப்பை ஒத்திருக்கின்றது. இருந்தபோதிலும், இந்த இரு வகைகளையும் ஒன்று சேர்த்து கோல்கி அமைப்புகள் என்று கூறுவதா அல்லது தாவரங்களில் காணப்படுபவற்றை டிக்டியோஸோம்கள் என்றும் விலங்கினங்களில் காணப்படுபவற்றை கோல்கி அமைப்புகள் என்றும் கூறுவதா என்பது விவாதற்குரியதாகும். செடியின் செல் ஒவ்வொன்றிலும் ஒன்று அல்லது பல கோல்கி அமைப்புகளிருப்பதாகவும், அவை ஒவ்வொன்றிலும் ஒன்றுடன் ஒன்று குழல் இணைப்புகளினால் இணைக்கப்பட்ட பல டிக்டியோஸோம்களிருப்பதாகவும் கருதப்படுகின்றது. (Mollenhawer & Morre, 1966), ஆனல், விலங்கினங்களின் செல்களிலோ பல டிக்டியோஸோம்கள் ஒன்று

சேர்ந்து இணைந்து, ஒரு பெரிய கோல்கி அமைப்பாகக் காணப்படுகின்றது.

அமைப்பு (Structure) தாவரச்செல்களில் இருக்கின்ற கோல்கி அமைப்புகள் அல்லது டிக்டியோஸோம்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதிகளில் மட்டும் அமைந்திராமல் நூக்ளியசைச் சூழ்ந்து ஸைட்டோபிளாஸம் முழுவதும் பரவிக் காணப்படுகின்றன. சில ஃபிலஜெல்லட் (flagellate) ஒரு செல் உயிரினங்களில், ஒரே ஒரு கோல்கி அமைப்பு இருக்கும் பொழுது அது நூக்ளியஸிற்கருகிலும், ஃபிலஜெல்லத்திற்கு (flajellum) கீழ்ப் புறத்திலும் அமைந்திருக்கின்றது. (Manton, 1961). இவை ஸைட்டோபிளாஸத்தில் இடமாற்றிக் கொள்ளக் கூடும். இவற்றை செக்ஷன்களாக எடுத்துப் பார்க்கும் பொழுது ஒன்றன் மேலொன்று அடுக்கி வைக்கப்பட்ட குழாய்கள் போன்றோ அல்லது தட்டையான நுண்பைகள் போன்றோ காணப்படும். (படம் 8·1) இந்த வகையில் ஒவ்வொரு கோல்கி அமைப்பிலும் குழல்கள் நான்கிலிருந்து ஏழு வகை இருக்கின்றன· இவற்றில் ஒவ்வொன்றும் 1-3 மைக்ரான்கள் குறுக்களவைப் பெற்றிருக்கின்றது. நுண் குழல்களைப் பெற்றுள்ள ஒவ்வொரு அடுக்கின் உயரம் 0.5 மைக்ரான் ஆக இருக்கின்றது. சில தாவரங்கள், விலங்குகள் ஆகியவைகளின் செல்களிலுள்ள கோல்கி அமைப்புகளின் நுண் குழல்களின் எண்ணிக்கை 20 வரையிலும் இருக்கக் கூடும், இரு நுண்குழல்களுக்கு இடைப்பட்ட இடைவெளி 11·5 நா. மீ ஆக இருக்கக் கூடும் என்று மதிப்பிடப்படுகின்றது. இந்த இடைவெளியில் இணைப்போக்கிலமைந்துள்ள நார்களின் தொகுப்புகள் அமைந்து அவை நுண்குழல்களின் வரம்பை மீறி சிறிதளவு நீண்டிருக்கின்றன என்று தற்பொழுது கருதப்படுகின்றது, (Gunningham etal, 1966). இருந்த போதிலும் இவை நுண் குழல்களைத் தொட்டுக் கொண்டிருப்பதில்லை. இன்னும் பார்க்கப் போனால் மேலே குறிப்பிட்ட நார்களும் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று 10 நா.மீ அளவு இடைவெளியுடன் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இந்த வகையில் ஒவ்வொன்றும் இடைவெளிகளுடன் அமைந்திருக்கின்றதனால் டிக்டியோஸோம்கள் முழுவதையும் ஓரளவிற்குப் பிரித்தெடுக்க முடியும். இவ்வாறு பிரித்தெடுக்கப்பட்டாலும் அவற்றின் நுண்குழல்கள் தனியாகப்பிரிவதில்லை, தட்டைப் பைகள் போன்ற டிக்டியோஸோம்களின் வரம்பு, முழுவதும் வீக்கமுற்றோ அல்லது அவற்றுடன் குடுக்கைகள் (vesicles) போன்ற அமைப்புகளைப் பெற்றோ காணப்படுகின்றன. இந்தக் குடுக்கைகள் ஸைட்டோபிளாஸத்தின் மற்ற பாகங்களிலும் மிகுந்து காணப்படுவதிலிருந்து அவையெல்லாம் கோல்கி அமைப்பு

களின் தட்டைப் பைகளின் வரம்புகளிலிருந்து அப்பொழுதுக்கப் பொழுது உண்டாகி சைட்டோபிளாஸத்தில் விடுவிக்கப்படு கின்றன. என்று நம்புவதற்கு ஆதாரமாக இருக்கின்றது. (படங்கள் 8·1 8·2 ஆனால், ஆந்தோஸிரோஸ் (Anthoceros) அல்லியம் (Allium) பேரினங்களில் இந்தக் குடுகைகளுக்குப் பதிலாக நுண்குழல்கள் போன்ற அமைப்புகள் தோற்றுவிக்கப்படு கின்றன என்று காட்டப்பட்டிருக்கின்றது. (Manton 1960). மேலும், இந்த நுண்குழல்கள் போன்ற அமைப்புகள் பல ஒன்று சேர்ந்து கோல்கி அமைப்பைச் சுற்றி வலைபோன்ற ஒரு அமைப்பை உண்டாக்குகின்றது. இந்த வலைபோன்ற அமைப்பைப் பெற்றிருக்கின்ற குழல்களை எல்லாம் ஒன்றுசேர்த்துப் பார்க்கும் பொழுது ஒரு குறிப்பிடத்தக்க தோற்றத்துடன் காணப்படு கின்றது. அதாவது, ஒவ்வொரு கோல்கி அமைப்பின் வரம்பி லிருந்து பலநுண் குழல்களும், இந்த நுண்குழல்கள் எல்லாம் ஒன்றுடனொன்று இணைந்தும் அந்த இணைந்த நுண்குழல்கள் வலைபோன்ற அமைப்பையும், இந்த வலை போன்ற அமைப்புகள் பல சமமற்ற வெவ்வேறு அளவு, வடிவத்துடன் கூடிய இடை வெளிகளுடனும், இறுதியில் நுண் குழல்களில் அங்கங்கே காணப்படுகின்றன. இவற்றின் நுனிகளில் பல குடுக்கைகள் இணைந்தும், இவற்றிற்கு எதிரில் இவற்றிலிருந்து விடுவிக்கப் பட்ட சில குடுக்கைகள் காணப்படுகின்றன. இவற்றிற்கு மத்தியில் ஒரு பக்கத்தில் திடமான பகுதி ஒன்று இருப்பதைத் தெளிவாக ஒவ்வொரு கோல்கி அமைப்பிலும் காணலாம். (படம் 8·1) நுண் குழல்களின் நுனிப்பாகங்களில் தோன்றுகின்ற குடுக்கைகள் இரு வகைப்படும். ஒருவகை குடுக்கைகள் ஒத்தாற்போல் 50 நா. மீ. அளவுடைய கோளங்களாகவும், சாயம் எடுத்துக் கொள்ளக் கூடிய இயல்பையும் வழவழப்பற்ற மேற்பரப்பையும் பெற்றிருக் கின்றன. மற்றொரு வகையான குடுக்கைகள் மேற்புரத்திலிருந்து பார்ப்பதற்குத் தட்டையாகவோ அல்லது வட்ட வடிவமாகவோ அல்லது சிறிதளவு நீண்டோ வழவழப்புற்ற மேற்பரப்பைப் பெற்றுக் காணப்படுபவைகளாகும். மேலும். இவை ஒவ்வொன்றின் அளவும் ஒத்தாற்போல் ஒரே அளவினதாக இல்லாமல் 20லிருந்து 80 நா. மீ. வரை முன்வகையினதைப் போலல்லாமல் வெவ்வேறு குறுக்களவைப் பெற்றிருக்கின்றன. இவற்றிற்குச் சாயத்தை எடுத்துக் கொள்ளக் கூடிய சக்தி முன்வகையினதைவிட குறை வாக இருக்கின்றது. இவை பாஸ்ஃபோடங்கிஸ்டிக் அமிலத்தை (phosphotungstic acid) நடுப்பாகத்தில் சேமிக்கின்றன. இந்த இருவகையான குடுக்கைகளும் வலைபோன்ற அமைப்புகளுடன் இணைந்து அமைந்திருக்கின்ற முறைகளைப் பொறுத்து ஒன்று மற்றொன்றிலிருந்து வேறுபடுகிறது. உதாரணமாக வழவழப்பற்ற

மேற்பரப்பைப் பெற்றுள்ள குடுக்கைகள் நுண்குழல்களின் நுனிப் பாகங்களிலும், அல்லது அவை காம்புகளினுல் வலையின் வரம்புடன் இணைக்கப்பட்டும் அமைந்திருக்கின்றன. ஆனுல், வழவழப்பற்ற குடுக்கைகள் வலைபோன்ற அமைப்புகளுக்குப்



படம் 21.

8-1. கோல்கி அமைப்பு. இதன் வெளிப்பகுதி பல திறவுகளுடன்கூடி அமைந்திருக்கின்றது (எ. மை.).

8-2. ஸீயா (zea) வேர்முடிச் செல்லிலுள்ள கோல்கி அமைப்பு ஸீஸ்டர்னேவின் விளிம்புகளுக்கு அருகியிலும், இணைந்து குடுக்கைகளுடாகியிருக்கின்றன (எ. மை).

8-3. கோல்கி அமைப்புகளின் ஒருவகையான பெருக்கமுறை இந்த முறையில் ஸிஸ்டர்னே விலகி, இதன் பிறகு புதிய ஸிஸ்டர்னே உண்டாகின்றன.

8-4. கோல்கி அமைப்புகளின் மற்றொரு வகையான பெருக்க முறை. இந்த முறையில் ஒரு ஸிஸ்டர்ன இரண்டாகப் பிரிவுற்று, அதன் பிறகு ஒவ்வொன்றும் விரிவடைதலாகின்ற முறை.

1. குடுக்கைகள்; 2. ஸிஸ்டர்ன; 3. பிரிதலினுலேற்பட்ட புதிய ஸிஸ்டர்ன.

பக்கத்தில் நேரிடையாக அமைந்தோ அல்லது வலைகளுக்குப் புறமாக இரு நுண்குழல்களுக்கு இடையில் அமைந்தோ காணப் படும். மேலும், வழவழப்பற்ற குடுக்கைகள் அனேகமாக சிறிய நுண்குழல்களுடனும், மேலே விவரிக்கப்பட்ட இருவகையான குடுக்கைகள் பெரிய நுண்குழல்களுடனும் சம்பந்தப்பட்டிருப் பதைக் காணலாம்.

ஒவ்வொரு நுண்குழலும் உட்புறமாக இடைவெளியையும், இந்த இடைவெளியைச் சுற்றி ஒரே ஒரு மெம்ப்ரேன் கூறினால் மூடப்பட்ட அமைப்பையும் பெற்றிருக்கின்றது. ஆனால், இந்த மெம்ப்ரேனிலோ அல்லது உட்புற இடைவெளியிலோ ரிபோ ஸோம்கள் (ribosomes) காணப்படுவதில்லை. தகுந்த முறையில் நன்றாக நிலைநிறுத்தப்பட்ட மெம்ப்ரேன் கூறு ஒவ்வொன்றிலும் மூன்று நுண் அடுக்குகள் இருப்பதைப் பார்க்கலாம்.

தோற்றம் (Origin) : தாவரச் செல்களிலுள்ள கோல்கி அமைப்புகள் ஒவ்வொன்றின் நுண்குழல்கள் மற்றொன்றின் நுண் குழல்களுடன் பக்கத்திலமைந்து அவை ஒரே வரிசையில் காணப் படுகின்ற நிலைமையிலிருந்து ஒன்று மற்றொன்றிலிருந்து பிரிதல் மூலம் தோன்றியிருக்கக்கூடும் என்ற எண்ணம் எழுகின்றது. (படம் 8-3. Buvat, 1963) அதே சமயத்தில் இவை பிரித லடைந்து கொண்டிருக்கின்ற செல்களில் காணப்படுகின்ற ஃபிராக் மோபிளாஸ்ட்களில் (phragmoplasts) தானாகவே உண்டாகக் கூடும் என்றும் கூறப்படுகின்றது. சாற்றுக்குழிகளைப் பெற்று இருக்கின்ற ஸைலம் செல்களில் (xylem cells) டோனோ பிளாஸ்ட் (tonoplast) என்று அழைக்கப்படுகின்ற சாற்றுக்குழி மெம்ப்ரேனும், பிளாஸ்மாலெம்மாவும் (plasmalemma) ஒன்றுக்கொன்று நெருங்கி அருகில் அமைந்திருக்கும்பொழுது, கோல்கி அமைப்புகளின் நுண் குழல்கள் அடுக்குற்றுக் காணப்படுவதற்குப் பதிலாக அவை ஒவ்வொன்றும் தனிப்பட்டுப் பிரிந்து காணப்படுகின்றன. (படம் 8-4) இந்த முறையிலும் கோல்கி அமைப்புகள் தோன்றி அவற்றின் எண்ணிக்கை பெருகக்கூடும் (Cronshaw & Wardrop, 1964). ஆக, கோல்கி அமைப்புகள் தோற்றமும் எண்ணிக் கையில் பெருகி விரிவடைதலும் மேற்கூறப்பட்ட மூன்று முறை களில் ஏற்படக்கூடும் என்று இதுகாறும் கிடைத்துள்ள ஆதாரங் களின்மூலம் தெரிய வருகின்றது. இந்த முறைகளில் தோன்று கின்ற கோல்கி அமைப்புகளின் வயதைப் பொறுத்து அவற்றின் ஒரு பக்கம் மற்றொரு பக்கத்திலிருந்து வேறுபடுகின்றது. வேறு வகையில் கூறப்போனால், ஒரு பக்கத்தைத் தோற்றுவித்துக் கொண்டிருக்கின்ற பக்கம் (forming face) என்றும், மற்றொரு

பக்கத்தை முதிர்ச்சியடைந்து கொண்டிருக்கின்ற பக்கம் (maturing face) என்றும், இரு பகுதிகள் ஒவ்வொரு டிக்டியோஸோமிலும் இருப்பதாக பல ஆராய்ச்சிகளின் வாயிலாகத் தெரிய வருகின்றது. இந்த அடிப்படையில் மேற்கொண்டு ஆராயும்பொழுது, முதிர்ச்சி அடைந்துகொண்டிருக்கின்ற பக்கத்திலிருந்து தொடர்ந்து நுண் குழல்கள் பிரிக்கப்பட்டும், அதே சமயத்தில் தோன்றிக்கொண் டிருக்கின்ற பக்கங்களிலிருந்து தொடர்ச்சியாக அவை உண்டாகிக் கொண்டும் இருக்கின்றன.

செயல் (Function): தாவரங்களைப் பொறுத்தமட்டில் கோல்கி அமைப்புகள் சுரத்தலிலும் (secretion) செல்லுறைகளைத் (cell wall) தோற்றுவித்தலிலும், செல்லின் வெளிப்புற (ettracellulor) அமைப்புகளை உண்டாக்குதலிலும் சம்பந்தபட்டிருக்கின்றன. பாலி ஸெக்கரைட் (poly saccharide) கடத்தலில் கோல்கி அமைப்புகள் பங்கு வகிக்கின்றன. குளுகோஸ் (glucose) மாற்றப்பட்டு கேலக்டோஸ் (galactose) கேலக்டயுரானிக் அமிலம் (galacturonic acid), அராபினோஸ் (arabinose) முதலியவை இவற்றில் உண்டாகின்றன. இந்தப் பொருள்களெல்லாம் கரையாத பொருள்களாக கோல்கி குடுக்கைகளின் மூலம் பிளாஸ்மாலெம்மாவிற்கும், செல்லுறை களுக்கும் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. மகரந்தத்தூள்களில் இருக்கின்ற வெஜிடேடிவ், ஜெனரேடிவ் (vegetative and generative nuclei) என்ற இருவகையான நூக்ளியஸ்களில், முன்னதில் பின்னதைவிட கோல்கி அமைப்புகள் அதிக அளவிலும், அதனால் குடுக்கைகள் அதிக அளவிலும் காணப்படுகின்றன. இதனால் வெஜிடேடிவ் நூக்ளியஸிலுள்ள கோல்கி அமைப்புகள் மகரந்தக் சூழாயின் செல்லுறையை உண்டாக்குவதில் பங்கெடுத்துக் கொள் கின்றன என்று கருதப்படுகின்றது. (Larson, 1968) கோல்கி அமைப்புகள் சுரத்தலில் ஈடுபடுகின்றன என்பதாக மேலே கூறப் பட்டது. இந்த உண்மையை ஊண் உண்ணிகளின் (insectivorous plants) சுரக்கின்ற செல்களில் இருக்கின்ற கோல்கி அமைப்புகளில் காணலாம். குஸ்குத்தா கேம்பஸ்டிரிஸ் (cuscuta campestris) என்ற ஒட்டுண்ணியின் (parasite) உறிஞ்சு உறுப்பு களில் (haustoria) இருக்கின்ற செல்களில் மட்டும் ஏனைய செல் களில் இருப்பவைகளைவிட இவை மிகப் பெரிதாகக் காணப்படு கின்றன. ஓம்பு செல்களின் (hort cells) செல்லுறைகளை சிதைவு அடையச் செய்து இறுதியாகச் செல்லுறைகளையும், புரோட்டோ பிளாசத்தையும் உறிஞ்சிக் கொள்வதற்குத் தேவையான என்ஸைம்களை இந்தப் பெரிய கோல்கி அமைப்புகள் உண்டாக்கு வதாகக் கருதப்படுகின்றது. (Bonnevilla & Voeller, 1963) பிரி வடைந்து கொண்டிருக்கின்ற செல்களில், இவை செல்லுறை

உண்டாக்குவதில் சம்பந்தப்பட்டிருக்கின்றன என்பதற்கான ஆதாரம் கிடைத்திருக்கின்றது. உதாரணமாக, செயற்கை முறையில் பாதிக்கப்பட்ட செல்களிலுள்ள கோல்கி அமைப்புகள் தூண்டப்படுகின்றன. பிறகு, இந்தக் குடுக்கைகளெல்லாம் ஒன்றுடனொன்று இணைந்து செல்லிடைத் தட்டை (cell plate) செல் பிரிதல் நிகழ்ச்சியின் இறுதிக் கட்டத்தில் தோற்றுவிக்கின்றன. (Whaley & Mollenhawer, 1963) ரஃபானுஸ் (Raphanus) பேரினத்தின் வேர்த்தூவிகளிலுள்ள கோல்கி அமைப்புகள் சர்க்கரைப் பொருள்களையும் (carbohydrates) புரதத்தையும் (Protein) சேமிக்கின்றன. இவற்றிலிருந்து வழவழப்புற்ற குடுக்கைகள் சர்க்கரைப் பொருள்களை ஒவ்வொரு வேர்த்தூவியின் செல்லுறை விரிவடைகின்ற நுனிப்பாகத்திற்கு எடுத்துச் செல்கின்றன. இது போல் புரதப்பொருளை மற்றொரு வகையிலுண்டாகின்ற சிறிய குடுக்கைகள் ஒவ்வொரு வேர்த்தூவியின் செல்லுறைச் சேர்க்கை ஏற்படுகின்ற பகுதிகளுக்கு எடுத்துச் செல்கின்றன. மீஸோஸ்டிக்மா (mesostigmo) என்ற ஆல்காவின் செல்லுறை மேற்பரப்பில் காணப்படுகின்ற மூன்று வகையான செதில்களை கோல்கி அமைப்புகள் தோற்றுவிக்கின்றன (Manton & Ebtl, 1965) இதிலிருந்து இவை மேலே குறிப்பிட்டபடி செல்லின் வெளிப்புற அமைப்புகளை உண்டாக்குதலில் ஈடுபடுகின்றன என்ற உண்மை விளங்குகின்றது. இதுபோல் டயாடம்கள் (diatoms) என்று கூறப்படுகின்ற ஆல்கா பிரிவின் செல்லுறை மேற்பரப்பில் ஸிலிகா (silica) படிவதில் கோல்கி அமைப்புகளின் குடுக்கைகள் உதவுகின்றன. (Drum, (1966).

4·4 ஸ்ஃபீரோஸோம்கள் (Sphaerosmes) :

இவை பெயருக்கு ஏற்றாற்போல் கோளவடிவத்தைப் பெற்றுள்ள நுண் அங்கங்களாகும். இவை 0·5லிருந்து 1 மைக்ரான் வரை குறுக்களவைப் பெற்று எல்லாவகைத் தாவரங்களின் உயிருற்ற செல்களில் காணப்படுகின்றன. ஸ்ஃபீரோஸோம்கள் எல்லா வகையான நுண் அங்கங்களைப் போலல்லாமல், ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பில் பார்ப்பதற்குப் பிரகாசத்துடன் காணப்படுகின்றன. இதற்கு முக்கியக் காரணம், இவற்றில் எண்ணெய்ப் பொருள்கள் அடங்கியிருப்பதும், இதன் காரணமாக, சைட்டோபிளாஸத்தைவிட இவை அதிகமான விலகல் எண்ணைப் (refractive index) பெற்றிருப்பதாலும் என்று கருதப்படுகின்றது. இவற்றிற்கு மைக்ரோஸோம்கள் (microsomes) என்ற பெயர் ஹான்ஸ்டின் (Hanstein) என்பவரால் சுமார் 95 ஆண்டுகளுக்கு முன்பு கொடுக்கப்பட்டது. இவற்றுக்கு ஒரு கூறினால் ஆன மெம்ப்ரேன் உண்டு. இவை பார்ப்பதற்கு நுண்மணிகள் போன்று காணப்படு

கின்றன. இவற்றின் அடிப்படைப் பொருள் புரதத்தையும், எண்ணெயையும் பெற்றிருக்கின்றன.

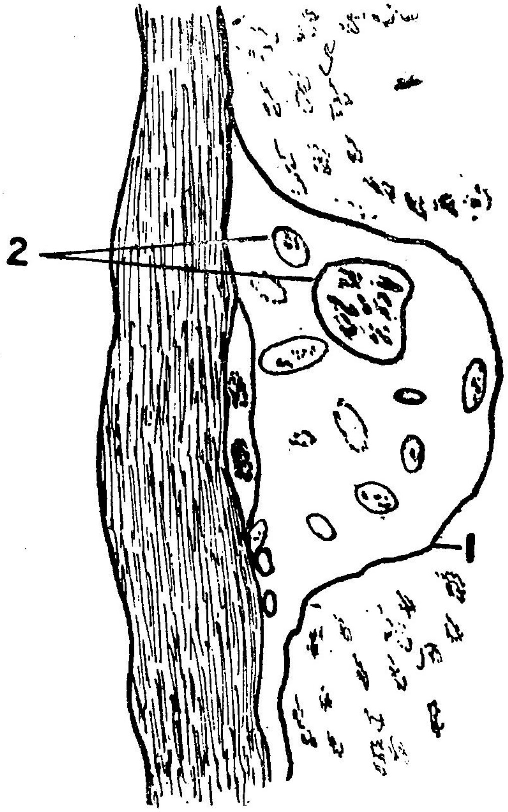
எண்டோபிளாஸ்மிக் வலை இழை (strand)யின் நுனியில் எண்ணெய் சேர்ந்து, அது பிறகு, பிரிந்து குடுக்கை (Vesicle) ஒன்று உண்டாகின்றது. பிறகு இது வளர்ச்சி அடைந்து ஸ்ஃபீரோஸோம் உண்டாகின்றது என்று ஒரு சாரரால் நம்பப்படு கின்றது. இந்த வகையான தோற்றம் ஒரு வகையில் சாற்றுக் குழிகள் (vacuoles) உண்டாகின்ற முறையை ஒத்திருக்கின்றது. சாற்றுக்குழிகளும், ஸ்ஃபீரோஸோம்களும் ஒரே வகையைச் சேர்ந்தவைகளென்றும், வளர்ச்சியின் இறுதிக் கட்டத்தில் மட்டும் அவை முறையே வேறுபடுகின்றன என்றும் அறிவிக்கப்பட்டிருக் கின்றது (Bowes, 1965) ஸ்ஃபீரோஸோம்கள் லிப்பிட் சேர்க்கை யில் (lipid synthesis) பங்கெடுத்துக் கொள்கின்றன என்று கூறப் படுகின்றது. இவை எண்ணெய்ப் பொருளைப் பெற்றிருப்பதாலும் லிப்பிட் சேர்க்கையில் பங்கெடுத்துக் கொள்வதாலும் இவற்றிற்கும் எண்ணெய்க் கணிகங்களுக்கும் (elaioplasts) இடையே வளர்ச்சி முறை அடிப்படையில் ஏதாவதொரு தொடர்பிருக்கின்றதா என்பது விவாதற்குரியதாகும்.

4·5 லைஸோஸோம்கள் (Lysasomes).

இவையும், ஸ்ஃபீரோஸோம்களும் எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ் கோப்பில் ஒத்த தோற்றத்துடன் காணப்பட்ட போதிலும், லைஸோஸோம்கள் என்ஸைம்களைப் பெற்றிருக்கக் கூடிய நுண் அங்கங்களாகும். இவை ஒவ்வொன்றின் குறுக்களவு 0·4 மைக்ரானுகவும், வெளிப்புறமாக ஒரு மெம்ப்ரேன் கூறையும் பெற்றிருக்கின்றன. இவற்றின் உட்புறமிருக்கின்ற அடிப்படைப் பொருள் மிக அடர்த்தியாகவும், நுண்மணிப் போன்ற தோற்றத் துடனும் காணப்படுகின்றன. இவை விலங்கினங்களில் சர்வ சாதாரணமாகக் காணப்படுகின்றன. ஆனுல், தாவர இனங்களின் செல்களில் இவை இருப்பதைக் குறித்துச் சிறிதளவு ஆதாரம்தான் கிடைத்திருக்கின்றது. இவற்றில் காணப்படுகின்ற என்ஸைம் களில் முக்கியமானவை அமில்ஃபாஸ்ஃபேட்டேஸ் (amyl phos- phatase) ஆகும்.

லைஸோஸோம்கள் அமைப்பைப் பொறுத்தமட்டில், கோல்கி அமைப்புகளை (Golgi bodies) ஒத்திருக்கின்றன. இதன் காரண மாக இவை கோல்கி அமைப்புகளிலிருந்து உண்டாகக்கூடும் என்று கூறப்படுகின்றது. மேலும், இவை பிளாஸ்மாலெம்மாவில் (Plasmalemma) இருந்தும், எண்டோபிளாஸ்மிக் வலையிலிருந்தும் தோன்றக்கூடும் என்றும் கருதப்படுகின்றது.

வெஸல்கள் உண்டாகும்பொழுது, அவற்றின் குறுக்குச் செல்லுறைகள் (cross walls) அழிந்துபடுவதும், பால் சுரப்பிகளின் சைட்டோபிளாஸ்மிக் அடக்கப் பொருள்கள் சிதைவடைவதும், இறுதிநிலையில், திசுக்கள் தளர்ச்சியடைவதும் (scenescence) போன்ற நிகழ்ச்சிகள், லைஸோஸோம்களில் அடங்கி இருக்கின்ற

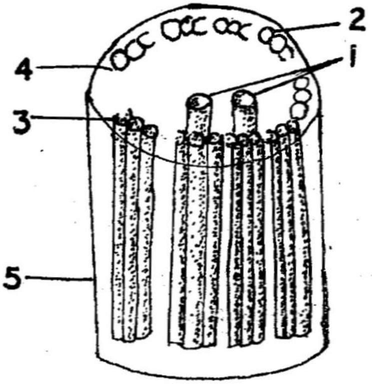


9.1

படம் 22.

9-1. நீண்டு வளர்ந்துகொண்டிருக்கின்ற ஸீயா (zea) பிரைமரி வேர் நுனியின் (எ. மை.) தோற்றம். இதில் பிளாஸ்மாலெம்மா விரிவடைந்து, புரிந்துகொள்ள முடியாத பொருள்களைப் பெற்றிருக்கின்ற குடுக்கை அமைப்புகளைச் சூழ்ந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம்.

ஹைட்ராலிடிக் என்சைம்களினுல் (hydrolytic enzymes) ஏற்படுகின்றன. விலங்கினங்களில் ஏற்படுகின்றதைப் போன்ற நிகழ்ச்சிகள் தாவரங்களிலும் ஏற்படுவதிலிருந்து, லைஸோஸோம்கள் தாவரங்களிலும் இருக்க வேண்டும் என்று ஊகிக்கப்படுகின்றது. (படங்கள் 9.1 – 9.2)



9,2

படம் 23.

9.2. ஃப்லஜெல்லத்தின் ஒரு பகுதி இதன் மையத்தில் இரு நுண் நார்களும் இவற்றைச் சுற்றி 9 ஜதை நுண் நார்களும் அமைந்திருப்பதுடன் இவையெல்லாம் ஒன்றுசேர்ந்து உறையினுள்ளடங்கியிருக்கின்றன.

1. லோமாஸோம்; 2. குடுக்கைகள்; 3. நுண்நார்; 4. ஜதையுற்ற நுண் நார்கள்; 5. உறை.

4·6 லோமாஸோம்கள் (Lomasomes) :

இவை சைட்டோபிளாஸத்தைச் சுற்றி வெளிப்புறமாகவும், செல்லுறைகளுடன் தொடர்பு கொண்டும் அமைந்திருக்கின்ற நுண் அங்கங்களாகும். பொதுவாக, லோமாஸோம்கள் எல்லா வகைத் தாவர இனங்களிலும் காணப்படுகின்றன. இவை செல்களை நிலைநிறுத்தப் பயன்படுத்தப்படுகின்ற இரசாயனப் பொருள்களைப் (fixatives) பொறுத்து வெவ்வேறு நிலைகளில் மாறுபட்டுக் காணப்படும். (Esau, *et al*, 1966) உதாரணமாக, பர்மாங்கனேட் (permanganate) பயன்படுத்தப்படும்பொழுது, இவை சம நிலையில் காணப்படுகின்றன. ஆனுல், ஆஸ்மியம் (osmium) என்ற பொருளைப் பயன்படுத்தும்பொழுது, இவை வளைவுகளுடன் இருப்பதைக் காணமுடிகின்றது. அதே சமயத்தில் குளுட்டரால்டிஹைட் (glutaraldehyde) உபயோகப்படுத்தும் பொழுது, இவை

ஒழுங்கற்றதாகவும், பைகள் போன்ற அமைப்புகளுடனும், ஸைட்டோபிளாஸத்தில் அமைந்திருப்பதைக் காணலாம். இந்தப் பைகள் பல நுண்குழல் (tubules) திரள்களைப் பெற்றிருக்கின்றன. (படம் 9.1) லோமாஸோம்கள் அமைந்திருக்கின்ற இடத்தைப் பொறுத்து, இவை செல்லுறை ஏற்படுத்துவதில் ஈடுபடுகின்றன என்று கூறலாம். ஆனால், இவற்றிற்கும், இவற்றைப் போன்று செயல்புரிவதாக நம்பப்படுகின்ற நுண்குழல்களுக்கும் (micro-tubules) இடையேயுள்ள சம்பந்தம் எத்தகையது என்பதைப் புரிந்துகொள்ள இயலவில்லை.

4.7. உண்டிலிப்போடியா (undulipodia):

சிலவகைத் தாவர இனங்களின் குறிப்பிட்ட செல்கள் ஒவ்வொன்றும், ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட கேசம் போன்ற மிக மெல்லிய அமைப்புக்களைப் பெற்றிருக்கின்றன. இவற்றில் இருவகைகள் உண்டு. இந்த இரு வகைகளையும் ஒன்று சேர்த்து, உண்டிலிப்போடியா (undulipodia) என்று முதன் முறையாக 1965ஆம் ஆண்டில் பெயரிடப்பட்டது. (Frey-Wyssing & Muhlethaler, 1965). இவற்றில் ஒரு வகையை ஃபிலஜெல்லம் (flagella) என்னும், மற்றொரு வகையை ஸீலியா (cilia) என்றும் கூறுவர். ஃபிலஜெல்லாவின் நீளம் 150 மைக்ரான்கள் வரை நீண்டு இருக்கும். ஆனால், ஸீலியாவின் நீளம் 5-10 மைக்ரான்கள் வரை இருக்கும். இவ்வாறாக நீட்டளவு அடிப்படையில் உண்டிலிப்போடியா என்ற நுண்அங்கங்கள் பாகுபடுத்தப் பட்டிருக்கின்றன.

பொதுவாக உண்டிலிப்போடியா எல்லாத்தாவர இனங்களிலும் காணப்படுவதில்லை. ஸைக்கட்கள் (cycads), ஜிங்கோ (ginkgo) பிரையோஃபைட்கள் (bryophytes) தெரிடோஃபைத்கள் (pteridephytes) ஃபுஞ்ஜை (fungi) ஆல்ஜி. (algae). முதலியவைகளின் ஆண்பாலின் கேமீட்கள் (male gametes) ஸூஓஸ்போர்கள் (Zoospores) முறையே இவற்றைப் பெற்றிருக்கின்றன என்று பொதுப்படையாகக் கூறலாம். ஆனால், சிகப்பு நிற, நீல-பச்சை நிற ஆல்ஜியிலும், பூக்கின்ற தாவர இனங்கள் எல்லாவற்றிலும் இவை காணப்படுவதில்லை என்று உறுதியாகக்கூறலாம். இவற்றைப் பெற்றிருக்கின்ற செல்கள் இடம் விட்டு இடம் நகர்வதற்கு இவை பெரிதும் பயன்படுகின்றன என்று கருதப் படுகின்றன.

ஃபிலஜெல்லாவாக இருந்தாலும், ஸீலியாவாக இருந்தாலும், இவற்றுக்கென்று தனிப்பட்ட ஒரு பொதுப்படையான அமைப்பு

இருப்பதாக எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பின் மூலம் தெரிகின்றது. இவை ஒவ்வொன்றிலும், மெம்ப்ரேனுலான உருளைப் போன்ற அமைப்பையும் இதைச்சுற்றி 9 நுண் நார்களும், இதன் மத்தியில் இரு நுண்நார்களுமிருக்கின்றன. (படம் 9.2). இந்த வகையான 9 + 2 நுண் நார்களின் அமைப்பு முறை உண்டிலிப்போடியாவை செக்ஷன்கள் எடுத்துப் பார்க்கும்பொழுது தெளிவாகத் தெரிந்து கொள்ள முடியும். உண்டிலிப்போடியாவின் மெம்ப்ரேன், செல் மெம்ப்ரேனுடன் தொடர்பு கொண்டு, நுண்நார்கள் செல்லின் சைட்டோபிளாஸத்துடன் சேர்ந்தும் காணப்படுகின்றன. இந்த 9 + 2 நார்களில் நடுவில் அமைந்திருக்கின்ற இரு நார்களும், உண்டிலிப்போடியத்தின் (ஒருமை: undulipodium) அடிப்பாகத்துடன் நின்றுவிடுகின்றன. ஆனால், வெளிப்புறமாக அமைந்திருக்கின்ற 9 நார்கள் சைட்டோபிளாஸத்துடன் ஒன்று சேருகின்ற பகுதியில், ஒருவித அமைப்பு ஒவ்வொன்றிற்கும், காணப்படுகின்றது. மொத்தத்தில் 9 நுண் நார்களுக்கும், 9 அமைப்புகள் இருக்கின்றன. இவற்றை நுண்மணிகள் (granules) செண்டிரியோல்கள் (centrioles), கைனிடோஸோம்கள் (kinetosomes) பிலிஃபரோபிளாஸ்ட்கள் (blapharoplasts) என்று வெவ்வேறு பெயரிட்டு அழைக்கின்றார்கள்.

மேலே கூறப்பட்ட நுண்நார்கள் ஒவ்வொன்றிலும், பத்து மணி இழைகள் (beaded filaments) இருக்கின்றன. இந்த மணி இழைகள் ஒவ்வொன்றும், 20 நா. மீ. குறுக்களவையும், பார்ப்பதற்கு வட்டவடிவமாகவும் இருக்கின்றது.

சில சமயங்களில், உதாரணமாக சில பூஞ்ஜையின் ஸீஸ்போர்களில் இருவகையான பிலஜெல்லாக்கள் இருக்கின்றன. இந்த இரு வகைகளும் இனத்திற்குத் தக்கவாறு ஒரே செல்லிலும், அல்லது ஏதாவதொரு வகை மட்டும் ஒரு செல்லில் காணப்படும். ஒரு வகையை எளிய (simple) அல்லது சாட்டை (whiplash) வகையென்றும், மற்றொரு வகையைக் கேசமுற்ற அல்லது டின்ஸல் (hairy or tinsel) வகையென்றும் கூறப்படுகின்றது. இவற்றில், முன்வகைச் செல்லின் பின்புறம் நோக்கியும், பின்வகைச் செல்லின் முன்புறம் நோக்கியும் அமைந்திருக்கின்றன. எளிய அல்லது சாட்டை வகையை அக்ரோநிமாட்டிக் (acronematic) ஃபிலஜெல்லம் என்றும், கேசமுற்ற அல்லது டின்ஸல் வகையைப் பிலிரோநிமாட்டிக் (pleuronematic) ஃபிலஜெல்லம் என்றும் கூறப்படுவதுண்டு. இவை, தாவரப் பிரிவுகளுக்குத் தக்கவாறு மாறுபடுகின்றன என்பதைக் குறித்துப் பார்ப்போம்.

ஃபியோஃபைட்டா (phaeophyta) ஸாந்தோஃபைட்டா (xanthophyta) என்ற ஆல்கா பிரிவுகளின், செல்களின் முன்புறம் பிலிரோநிமாட்டிக் வகையும், அவற்றின் பின்புறம் அக்ரோ நிமாட்டிக் வகையும் காணப்படுகின்றன. ஆகவே, இந்த இரு பிரிவு ஆல்ஜியில், இருவகையான ஃபிலஜெல்லா இருக்கின்றன. ஆனால், குளோராஃபைட்டா (chlorophyta) என்ற பச்சை நிற ஆல்ஜி செல்களின் முன்புறமாக இரு ஃபிலஜெல்லாவும், அக்ரோ நிமாட்டிக் வகையைச் சார்ந்ததாக இருக்கின்றது. சில வேளை களில் உதாரணமாக கிரைஸோகுரோமிலீனு (chrysochromulina) என்ற ஆல்காவில் ஃபிஜெல்லாவுடன், ஹாப்டோனீமா (hapto-nema) என்ற ஒருவித அமைப்பும் சேர்ந்து காணப்படுகின்றது. இந்த ஹாப்டோனீமாவை மேலெழுந்த வாரியாகப் பார்க்கும் பொழுது ஃபிலஜெல்லா போன்று காணப்பட்டபோதிலும் அவை சுருண்டும், அவற்றின் நுனிப்பாகங்கள் மட்டும் வீங்கியும் காணப் படுகின்றன. மேலும், இவை ஃபிலஜெல்லாவைவிட மெலிந்தும் இருக்கின்றன. இவை, செல்லை நங்கூரம் போன்று நிலைநிறுத்தி வைக்கக்கூடிய செயலில் ஈடுபடலாம் என்று கருதப்படுகின்றது. ஹாப்டோனீமாக்களின் உள்ளமைப்பு, ஃபிலஜெல்லாவிலிருந்து முற்றிலும் மாறுபட்டதாகக் காணப்படுகின்றது. ஹாப்டோனீமா ஒவ்வொன்றும் உட்புறமாக மூன்று வட்டங்களில் அமைந்துள்ள மெம்ப்ரேன்களையும், அவை ஒவ்வொன்றும் வட்டமாக அமைந் துள்ள ஆறு அல்லது ஏழு நுண்நார்களையும் பெற்றுமிருக்கின்றன.

செயல்படுகின்ற முறை (Mode of action): இதைக் குறித்து அதிக அளவில் ஆராய்ச்சிகள் நடத்தப்பட்டிருக்கின்றன. இருந்த போதிலும் இவை செயல்படுகின்ற முறையின் அடிப்படையான உண்மை இன்னும் போதுமான அளவிற்குத் தெரிந்துகொள்ள முடியவில்லை. ஒரு கோட்பாட்டின்படி, ஃபிலஜெல்லாவின் அடிப் படைப் பொருள் (matrix) திடமானதாகவும், நுண்நார்கள் எல்லாம் சுருங்கி விரியக்கூடிய தன்மையைப் பெற்றிருப்பதாகவும், கருதப் படுகின்றது.

மேலே குறிப்பிட்ட தன்மைகளினால், ஃபிலஜெல்லா வளைவது பின்வருமாறு ஏற்படுகின்றது. உணர்ச்சி (impulse), ஃபிலஜெல் லாவின் மத்தியில் இருக்கின்ற இரு நுண்நார்களுடன் வெளிப் புறமாக அமைந்திருக்கின்ற ஒரு நுண்நாரிலிருந்து அதன் இருபக்கங்களிலும் இருக்கின்ற நுண்நார்களினாலும் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றது. இதன் காரணமாக வெளிப்புறமிருக்கின்ற ஒரு நுண்நாரும் அதன் இருபக்கங்களிலும் இருக்கின்ற நுண்நார் களும் சுருங்குகின்றன. இதைத் தொடர்ந்து இந்த நார்களை

அடுத்து அடுத்திருக்கின்ற நார்களும் மேற்கூறியது போல் சுருங்குகின்றன. இந்த வகையில் ஒரு அலை போன்று ஒவ்வொரு நாரும் அடுத்தடுத்துச் சுருங்குவதனுல், ஒரு பிலஜெல்லத்திலுள் 9 நார்களும் சுருங்குகின்றன. இந்த வகையில் பிலஜெல்லம் சுருக்கமடைந்த பிறகு அது விரிவடைகின்றது. எந்த ஒரு இடத்தில் சுருக்கம் ஏற்படுகின்றதோ அதே இடத்தில் விரிவு அடைகின்றது. இக்காரணத்தினுல் நுண்நார்கள், பிலஜெல்லத்தில் வளைவுடன் அமைந்திராமல் அவை உயரப்போக்கில் தான் அமைந்திருக்க வேண்டுமென்று தெரிகின்றது.

தோற்றம் (Origin) : பிலஜெல்லத்தைப் பெற்றுள்ள இரு செல்கள் ஒன்றுடனென்று இணைந்துசேரும் பொழுது, இவை பிலஜெல்லத்தை இழக்கின்றன, ஆனுல், இந்த இணைப்பினுல் உண்டாகின்ற புதிய செல், ஒரு புதிய பிலஜெல்லத்தைத் தோற்றுவித்துக் கொள்கின்றது. ஆனுல், இவை செல்களில் எப்படி புதிதாக உண்டாகின்றன என்பதைக் குறித்து மார்ஸிலியா (Marsilea) பேரினத்தில் விரிவாக ஆராய்ந்தறியப்பட்டிருக்கின்றது. இதன் விந்து செல்கள் (sperm cells) ஒவ்வொன்றும் ஏறக்குறைய 20,000 ஸீலியாவைப் பெற்றிருக்கின்றன. இதன் ஆந்திரிடியத்திலிருந்து (antheridium) விந்து செல்கள் உண்டாகின்றன. விந்து செல்கள் ஒவ்வொன்றின் சைட்டோபிகள் உண்டாகின்றன, விந்து செல்கள் ஒவ்வொன்றின் சைட்டோபிளாஸத்திலும் இரு பிளிஃபரோபிளாஸ்ட்கள் உண்டாகின்றன. ஆனுல், இவை எப்படித் தோன்றுகின்றன என்பதைக் குறித்துச் சரிவரத் தெரியவில்லை, இந்த பிளிஃபரோபிளாஸ்ட்கள் ஒவ்வொன்றும் 0.3 மைக்ரான் அகலத்தைப் பெற்று, ஒரு திடப்பொருளாக அமைந்திருக்கின்றது. இது வளர்ந்து 0·8 மைக்ரான் அளவு அகலத்தை அடைந்து கூடு போன்ற கோளங்களாக மாறுகின்றது, இந்தக் கூடு போன்ற கோளத்தின் மேற்பரப்பில் 100-150 வரை நுண்குழாய்கள் மிகவும் நெருக்கமாக அமைந்திருக்கின்றன, இந்த நுண்குழாய் ஒவ்வொன்றும் 0·1 மைக்ரான் குறுக்களவையும், 0·07 மைக்ரான் நீளத்தையும், பெற்றிருக்கின்றன, இந்த நுண்குழாயின் வெளிப்புறத்தில் 920 உப கூறுகளும் (subunits) இருக்கின்றன, விந்து செல்கள் உண்டாகும் பொழுது, கடைசியில் எற்படுகின்ற பிரிதலில் மேற்கூறியபடி சிக்கலான அமைப்பைப் பெற்றுள்ள பிளிஃபரோபிளாஸ்ட்கள், கதிரின் (spindle) துருவங்களுக்குச் செல்கின்றன. இந்நிலையில், இவை ஸெண்டியோல் அல்லது ஸெண்ட்ரோஸோம்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இவற்றிற்கு வேறு பல பெயர்களும் உண்டு. செல்பிரிதலின் இறுதிக் கட்டத்தில், ஒவ்வொரு பிளிஃபரோபிளாஸ்ட்டும் நுண்குழாய்த்

திரள்களாகப் பிரிக்கின்றது, இந்த நுண்குழாய்த்திரள்களும், ஸெண்டிரியோல் என்ற பெயராலேயே அழைக்கப்படுகின்றது. இவ்வாறு பிரிவுற்ற ஸெண்டிரியோல்கள் நூக்ளியஸைச் சுற்றி அமைந்து, பிறகு செல்லின் வெளிப்புறப்பரப்பில் சென்றடைகின்றன. இவை பிளிஃபரோபிளாஸ்ட்கள் அல்லது ஃபிலஜெல்லாவின் அடிப்பாகத்தில் இருக்கின்ற அமைப்புகளாக மாறுகின்றன. இவற்றில் இருந்துதான் ஃபிலஜெல்லா உண்டாகின்றன.

5. செல்லுறைகளும், பரப்புகளும்

(Cellwalls & Surfaces)

தாவரங்களுக்கும், பிராணிகளுக்கும் இடையே உள்ள உண்மையான அடிப்படை வேற்றுமை ஒன்றிருக்கின்றது என்று கூறவேண்டுமானுல், முன்னதன் செல் ஒவ்வொன்றிற்கும் செல் லுறையும், பின்னதன் செல் ஒவ்வொன்றிற்கும் செல்லுறையற்ற நிலையும் இருப்பது ஆகும். தாவரங்களின் செல்லுறைகள் ஒவ் வொரு செல்லிற்கும் வெளிப்புறமாக அமைந்திருக்கின்ற உறை யாகும். செல்களின் வகை, அவையவை புரிகின்ற செயல், முதலியவைகளைப பொறுத்து செல்லுறைகள் இருவகைப்படும். உதாரணமாக, உயிருள்ள செல்கள் எல்லாவற்றிலும் காணப்படு கின்ற செல்லுறையைப் பிரைமரி செல்லுறை (primary wall) என்றும், உயிரற்ற செல்களில் காணப்படுகின்ற செல்லுறைகள், பிரைமரி செகண்டரி செல்லுறைகள் (secondary cell walls) என இரு வகை யான உறைகளை ஒன்றன் மேலொன்ருக அடுக்கடுக்காக அமைந்திருக்கின்ற உறைகள் என்றும் இருவயையினதாகப் பிரிக் கலாம். இந்த செகண்டரி செல்லுறைகள் முதன்முதலில் உண்டான பிரைமரி செல்லுறை உட்புறமாகவும், செல்லின மையத்தை நோக்கி யும் உண்டாகின்றன. இன்னும் சிலவகைச் செல்களில், மேலே கூறியவாறு உண்டான செகண்டரி செல்லுறையை அடுத்து உட் புறம் கூறிய கடைசியாக ஏற்படுகின்ற உறையை டெர்ஷியரி செல் லுறை (tertiary cell wall) என்று கூறப்படுகின்றது. மேலே கூறப் பட்ட நிலை, பொதுவானதாக இருந்தபோதிலும், ஒருசில உதாரணங் களில், தாவரங்களின் சில வகையான செல்கள் செல்லுறையற்று இருக்கவும் கூடும். உதாரணமாக, ஆல்ஜிஃபுஞ்ஜை, முதலிய வற்றின் அசைவுறுகின்ற ஸ்போர்களையும் (spores), உயர்நிலை, கடைநிலையிலுள்ள தாவரங்களின் பாலினச் செல்களையும் கூறலாம்.

செல்லுறை ஒவ்வொரு செல்லின் வடிவத்தை நிர்ணயிக் கின்றது. மேலும், பல செல்கள் ஒன்று சேர்ந்த திசுவிற்கு டெக்

சரை (texture) கொடுக்கின்றது. செல்லுறை ஒவ்வொரு செல்லிற்கும், பாதுகாப்பையும், ஆதரவையும் அளிக்கின்றது. மேலும் செல்லுறைகள், பலவகையான வாழ்வியல் (physiology) நிகழ்ச்சிகளான உட்கிரகித்தல் (absorption), நீராவிப் போக்கு (transpiration), கடத்தல் (translocetion), சுரத்தல் (secretion) போன்றவைகளில் பங்கெடுத்துக் கொள்கின்றன.

பிரைமரி செல்லுறையைப் பெற்று, அடுத்தடுத்து அமைந்திருக்கின்ற இரு செல்களின், செல்லுறைகளைக் குறித்து, சாதாரண ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பில் ஆராயும்பொழுது, அவை ஒத்த அமைப்பையும், ஒரு கோடுபோன்றும் காணப்படுகின்றன. ஆனால், இந்தச் செல்லுறையைப் போலரைஸ்ட் ஒளியிலோ (polorized light) அல்லது தகுந்த முறையில் சாயப்படுத்தியோ அல்லது பிரிவுறுத்தல் முறையினாலோ (maceration technigue) ஆராயும் பொழுது, ஒவ்வொரு பிரைமரி செல்லுறையிலும், மூன்று அடுக்குகள் இருப்பதைக் காணலாம். இந்த மூன்று அடுக்குகளுடைய ஒரு செல்லுறை அமைப்பை 3 அடுக்கு (3 ply) அமைப்பு என்று அழைக்கின்றார்கள். இந்த மூன்று அடுக்களில், இரு பக்கங்களிலும் இருக்கின்ற உறைகளில், ஒரு பக்கத்தில் இருப்பது, ஒரு செல்லுடைய பிரைமரி செல்லுறையாகவும், இதன் எதிர்ப்பக்கத்திலிருப்பது அடுத்திருக்கின்ற செல்லின் பிரைமரி செல்லுறையாகவும் இவை இரண்டிற்குமிடையே உள்ள அடுக்கு நடு அடுக்கு (middle lamella) என்றும் முறையே கூறப்படுகின்றன. இந்த நடு அடுக்கு தான், அடுத்தடுத்திருக்கின்ற செல்களை எல்லாம் இணைத்து, ஒத்த இயல்புகளை உடைய செல்கள் பலவற்றை ஒன்றுசேர்த்து, திசுவகைகளையும் அவையவைகளுக்கிடையே தொடர்ச்சியையும் ஏற்படுத்துகின்றது. பிரிவுறுத்தல் முறையைக் கையாளும் பொழுது, இந்த நடுஅடுக்கு பாதிக்கப்பட்டு, கரைக்கப்பட்டு விடுகின்ற காரணத்தினால் தான், இரு செல்களுக்கிடையே உள்ள தொடர்பும் அறுபட்டு அவை முறையே பிரிகின்றன. ஆனால், பிரைமரி செல்லுறை செகண்டரி செல்லுறை மட்டும் இந்த முறையினால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இந்த முன்னுரையை அடிப்படையாகக் கொண்டு, செல்லுறைகளையும், செல் பரப்புகளையும் குறித்து, அண்மையில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட உண்மைகளை இப்பொழுது ஆராய்வோம்.

செல்லுறையின் ஆக்கப் பொருள்கள் (cellwall constituents) : செல்லுறை ஆக்கப் பொருள்களை நான்கு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

அவையாவன :

(1) படியும் பொருள்கள் (adcrusting substances)

(2) ஊடுருவும் பொருள்கள் (incrusting substances)

(3) அடிப்படைப் பொருள்கள் (matrix substances)

(4) வரைப்பொருள்கள் (framework substances) படியும் பொருள்கள், புறத்தோல் செல்லுறைகளின் வெளிப்புறத்தில்படி கின்ற சில வகையான பொருள்களைக் குறிப்பதாகும். உதாரணம், ஸிலிகா (silica), கூட்டின் (cutin), மெழுகு (wax), ஸுபரின் (suberin), கால்சியம் உப்புகள் (calcium salts), பசை மூஸி லேஜ்கள் (gum & mucilages), ஸ்போரோல்லினின் (sporopollenin) முதலியனவாகும். ஊடுருவும் பொருள்கள் என்பவை செல் லுறைகளுக்குள்ளே இருக்கின்ற மிக நுண்ணிய இடைவெளி களுக்குள் சென்று, படிகின்ற பொருள்களாகும். உதாரணம், லிக்னின் (lignin) அடுத்தபடியாக, வரைப் பொருள்கள் என்பவை ஒவ்வொரு செல்லின் வடிவம், அளவு முதலியவற்றை வரையிடக்கூடிய அளவிற்கு உண்டாகி இருக்கின்ற பொருள் களாகும். உதாரணம், செல்லுலோஸ் (cellulose), சில வேளை களில் கைட்டினும் (chitin), ஸைலானும், (xylan) ஆகும். இவற்றில், செல்லுலோஸ் உயர்ந்த வகைத் தாவரங்களின் செல் களில் எல்லாவற்றிலும் தவருமல் உண்டாகியிருக்கின்றது. ஆனால், ஃபுஞ்ஜையின் சிலவற்றில் மட்டும், செல்லுலோஸிற்குப் பதிலாக, ஸைலான் என்ற பொருள் மிகுந்து காணப்படுகின்றது. அடிப்படைப் பொருள்கள் என்பவை, ஒவ்வொரு செல்லுறைக்கும் ஆதாரமாக அமைந்து இருப்பவையாகும். உதாரணம்: ஹெமி செல்லுலோஸும், (hemicellulose) இதனுடன் ஓரளவிற்குச் சம்பந்தப்பட்டுள்ள பெக்டிக் கூட்டுப் பொருள்களுமாகும். (pectic compounds) மேற் கூறப்பட்ட இந்த நான்கு வகைப் பிரிவுகளின் அடிப்படையில் பிரிக்கப்பட்ட வெவ்வேறு வகையானப் பொருள் களைக் குறித்து, விரிவாகத் தெரிந்துகொள்வோம். டெர்ப்பி னுய்ட்டுகள் (terpenoids), புரதங்கள் (proteins), கேலோஸ் (callose) முதலியவை இந்த நான்கு பிரிவுகளுக்கும் அப்பாற்பட்ட தாகும். அதே சமயத்தில் இவை முக்கியமானதும் ஆகும்.

5-1. படியும் பொருள்கள் (Adcrusting substances)

மெழுகுகள் (Waxes) : இவை பல வகையான பொருள்கள் அடங்கிய கூட்டுப் பொருள்களாகும். இவை கூட்டின், எடுபரின் போன்ற பொருள்களுடன் கலந்து, கூட்டிகுலார் அல்லது ஸுபரின் அடுக்குகளில் கலந்து காணப்படுகின்றன. இவை இந்த நிலையில்,

வெளிப்புறச் சூழ்நிலையில் வளர்ந்து வருகின்ற தாவரங்களின் பாகங்களின் மேற்பரப்புகளில் எல்லாம், வெவ்வேறு அளவில் தோன்றுகின்றன. மெழுகுகள் அலிஃபாடிக் அமிலங்களின் எஸ்டர்கள் (esters of aliphatic acids). சைக்லிக் சாராயங்கள் (cyclic alcohols), நீண்ட கோர்வை பாரஃபின்கள் (long chain paraffins), கீட்டோன்கள் (ketones), அமிலங்கள் முதலியவற்றைப் பெற்றிருக்கின்றன. இவையன்றி, செறிவி, செறிவியல்லாத (saturated and unsaturated), கொழுப்பு அமிலங்களும் (fatty acids), உர்ஸோலிக் அமிலம் (ursolic acid), ஆப்பிள் பழத்தின் மெழுகில் அடங்கியிருக்கின்றன. சில வகைத் தாவரங்களின் பாகங்கள் சாம்பல் நிறத்துடன் இருப்பதைப் பார்க்கின்றோம். இதற்குக் காரணம், இந்தப் பாகங்களில், மெழுகு ஸ்படிகங்கள்போன்று அமைந்திருப்பதாகும் (படம் 10·1). மெழுகுகளில் அடங்கியிருக்கின்ற பராஃபின்னும் அமிலம் பகுதிகளும், மெழுகுகளை ஸ்படிகங்கள் போன்ற இயல்புடன் வைத்திருப்பதற்கும், எஸ்டர்கள் மெழுகுகளுக்கு வழவழப்பை உண்டாக்குவதற்கும் பயன்படுகின்றன. எப்படியிருந்த போதிலும், இவையெல்லாம் ஒன்று சேர்ந்து, தாவரங்களின் பாகங்களிலிருந்து, ஏற்படுகின்ற நீர்ப் போக்கை ஓரளவிற்குக் குறைக்கின்றன.

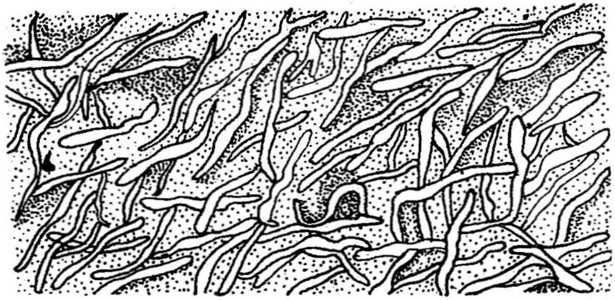
கொழுப்புப் பொருள்கள் (Fatty constituents) : கூட்டின், ஸுபரின் மெழுகுகள் முதலியவை செல்லுறைகளில் காணப்படுகின்ற முக்கியமான கொழுப்புப் பொருள்களாகும், இவையெல்லாம் வெவ்வேறு அளவிற்கு எஸ்டர்களாக மாற்றமடைந்து வலுவானதும், நிலைத்திருக்கக்கூடியதுமான (resistant), வார்னிஷ் (varnish) போன்ற அடுக்காகப் புறத்தோலின் செல்களின் மேற்பரப்பிலும் அதாவது வெளிப்புறச் சூழ்நிலைகளில் வளர்ந்து வருகின்ற செடிகளின் பாகங்களின் மேற்பரப்புகளிலெல்லாம் அனேகமாகக் காணப்படுகின்றன. ஸுபரின் என்ற பொருள், செல்லுலோஸுடன் சேர்ந்து, கார்க் (cork) உண்டாகின்றது. ஸுபரின், கூட்டினைப் போன்று, ஹைட்ராக்ஸி கொழுப்பு அமிலங்களைப் (hydroxy fatty acids) பெற்றிருக்கின்றது. இருந்த போதிலும், ஸுபரினும், கூட்டினும், அவையவைகளின் இரசாயன இயல்புகளைப் பொறுத்து, ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று முறையே சிறிதளவு வேறுபடுகின்றது. உதாரணமாக, ஸுபரின் என்சைமினுலும், ஈரத்தினுலும், பாதிக்கப்படுவதில்லை. செகண்டரி செல்லுறைகளின் லிக்னினைச் சுற்றி உண்டாகியிருக்கின்ற ஸ்ுபரின், செல்லுறைகள் அழிவு அடையாமலிருப்பதற்கும், மரத்துண்டிற்கு (timber) வலிவைக் கொடுப்பதற்கும் பயன்படுகின்றது என்று கருதப்படுகின்றது (Roelofsen, 1959).



10.1



10.2



10.3

படம் 24.

10-1. 10-6. வெவ்வேறு உறுப்புகளின் மேற்பரப்பில் படிந்து காணப்படுகின்ற கூட்டிக்கிலினுடைய (எ. மை.) தோற்றங்கள்.

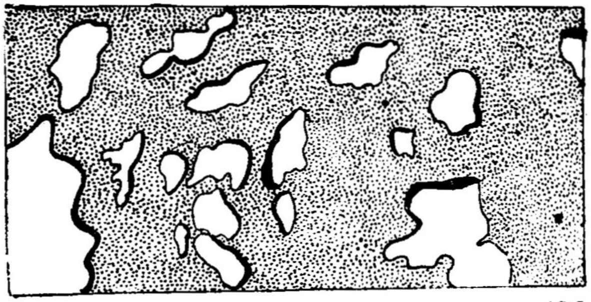
10-1. ஆப்பிள் பழத்தின் மேற்பரப்பு. 10-2. உக்காலிபதுஸ் குலோஸியானு (eucolyptus cloeziana) இலையின்மேல் அல்லது அடாக்ஸியல் பரப்பு. 10-3. பீஸீம் ஸத்திவும் (pisum sativum) இலையின்கீழ் அல்லது அபாக்ஸியல் பரப்பு.



10.4



10.5



10.6

படம் 25.

10-4. பீனூஸ் ஸில்வஸ்த்ரிஸ் (pinus sylvastris) இலையின் பரப்பு. 10-5. ஹியாஸிந்துஸ் ஓரியந்தாலிஸ் (Hyacinthus orientalis) இலையின்மேல் அல்லது அடாக்ஸியல் பரப்பு 10-6. முட்டைக்கோஸ் (cappage) இலையின் பரப்பு.

பசைகளும் மூஸிலேஜுகளும் (Gums of Musilages) : இவற்றில் மூஸிலேஜ்கள் அனேகமாக, செல்லுறைகளும், செல்லடக்கப் பொருள்களும் (cell contents) சிதைவு அடைவதன்மூலம் உண்டாகின்றன. செல்லுறைகள் எவ்வாறு சிதைவு அடைகின்றன என்பதைக் குறித்து, விரிவாகப் பின்னர்தெரிந்து கொள்வோம். சிதைவு அடைந்து கொண்டிருக்கின்ற செல்லுறைகளை, விதைகளின் மேற்பரப்பிலும், வேரின் நுனிப்பாகங்களிலும் காணலாம்.

மூஸிலேஜ்கள் என்பவை, ஸைலோஸ் (xylose), அராபினோஸ் (arabinose), குளுக்கோஸ் (glucose), காலெக்டோஸ் (galactose), யூரோனிட்கள் (uronids) போன்ற பொருள்களைப் பெற்றிருக்கின்றன என்று ஹைட்ராலிஸிஸ் ஏற்படுவதிலிருந்து தெரியவருகின்றது. மூஸிலேஜ்கள் எ. மை.-யில் பார்க்கும் பொழுது, மிக நுண்ணிய மணிகள் போன்ற அமைப்புடன் காணப்படுகின்றன. மூஸிலேஜ் மேலே கூறியபடி, செடிப் பாகங்களில் அமைந்திருக்கின்ற வெளிப்புறச் செல்களின் செல்லுறைகள், சிதைவு அடைவதனால் உண்டாவதைப்போல், கோல்கி அமைப்புகளினால் சுரக்கப்பட்டும் இவை உண்டாகலாம்.

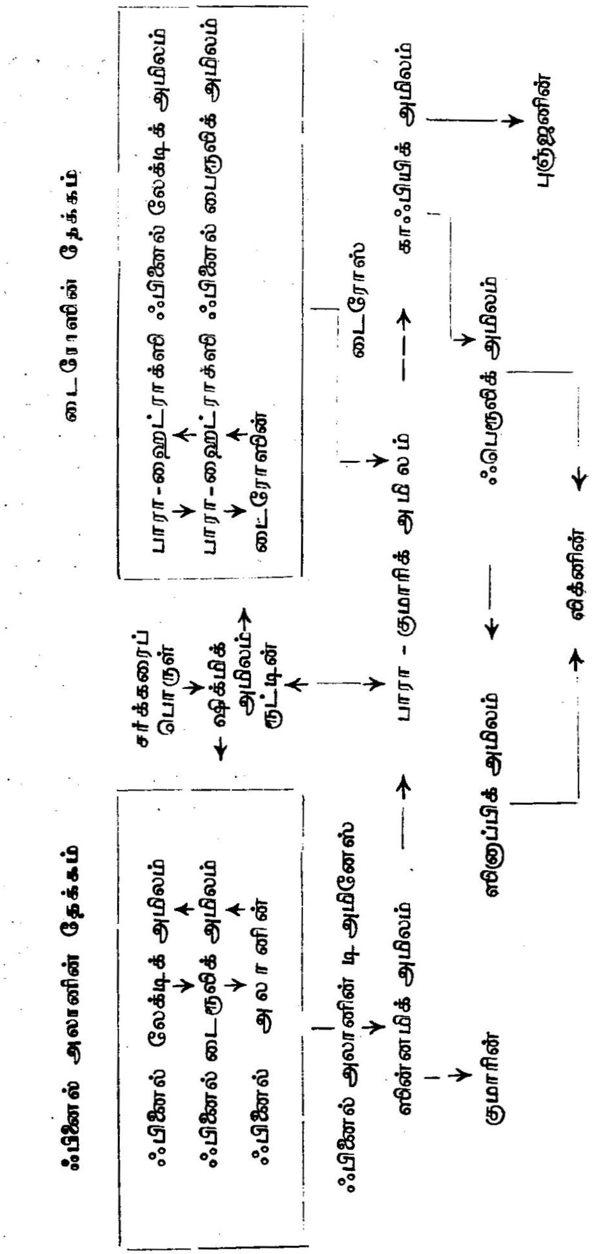
பசைகளைப் பொறுத்த மட்டில், செல்கள், புழுப் பூச்சிகளினாலோ அல்லது ஃபுஞ்ஞையினாலோ அல்லது காயப்படுத்தும் பொழுதோ, பசைகளுண்டாகின்றன. இருந்த போதிலும், இவற்றிற்கும் மூஸிலேஜுகளுக்கும், இருக்கின்ற அடிப்படை வேற்றுமை அதிக அளவில் இல்லை. இவை பசைகளைப் போல, சிக்கலான பாலிஸாக்கரைட்களினால் (polysacckarides) ஆனவைகளாகும்.

ஸ்போரோபொல்லினின் (Sporopollenin) : இந்த வகையான பொருள் உயர் வகைத் தாவரங்களினுடைய மகரந்தத் தூள்களின் (pollen grains) மேற்பரப்பிலும், டெரிடோஃபைட்களின் (pteridophytes) ஸ்போர்களின் (spores) மேற் பரப்பிலும் காணப்படுகின்றது. இந்தப் பொருள் தனிப்பட்ட எளிய பொருளாகக் காணப்படுவதில்லை. உண்மையில் பார்க்கப்போனால் இதனுடன் செல்லுலோஸ், ஸைலான் அதிக அளவு லிப்பிட் (lipid) இதுவரையிலும் சரிவரத் தெரிந்துகொள்ளமுடியாத லிக்னின் போன்ற பொருள் முதலியவைகளுடன் கலந்து ஸ்போரோபொல்லினின் காணப்படுகின்றது, இது போன்ற பல்வேறு பொருள்கள் ஒன்று சேர்ந்து உண்டாகியிருப்பதால், கூட்டின் ஸுபரின் முதலியவைகளைவிட இது அதிக அளவு நுண் உயிரினங்களினால் (microrganisms) பாதிக்கப்படாத தன்மையைப் பெற்றிருக்கின்றது.

5-2. ஊடுருவும் பொருள்கள் (Incrusting substances)

லிக்னின் (Lignin): இது ஒரு முக்கியமான செல்லுறைப் பொருளாக எல்லாவகைச் செல்களிலும், வெவ்வேறு அளவில் செல்லுலோஸுடன் கலந்து காணப்படுகின்றது. இதனுடைய இரசாயன அமைப்பைக் குறித்தும், இது எவ்வாறு தோற்றுவிக்கப் படுகின்றது என்பதைக் குறித்தும் சமீபகாலம் வரை தெளிவாகப் புரியாததொரு புதிராக இருந்து வந்தது. ஆனால், தற்காலத்தில் நடத்தப்பட்ட ஆராய்ச்சிகளின் வாயிலாக, இது எந்த முறையில் உண்டாகின்றது என்பதைக் குறித்து பல்வேறு கருத்து வேற்று மைகள் அறிவிக்கப்பட்ட போதிலும், இது செல்களில் இயற்கை யாகவே காணப்படுகின்ற வாசனைப் பொருள்களிலிருந்து உண்டா கின்றது (aromatic compounds) என்று எல்லோராலும் ஒப்புப் கொள்ளப்பட்ட கருத்தாகும். வேறு வகையில் கூறப்போனல், இந்த வாசனைப் பொருள்கள்தான், லிக்னின் உண்டாவதற்கான அடிப்படைப் பொருள்களாக இருக்கின்றன என்று கருதப்படு கின்றது. வாசனைப் பொருள்கள் தாவரங்களின் வகைகளைப் பொறுத்து, இரு வகைத் தேக்கங்களாகப் (pool) பிரிக்கப்பட்டிருக் கின்றன. ஒன்று டைரோஸின் (tyrosine) தேக்கம் என்றும், மற்ருென்று, ஃபினைல் அலானின் (phenylalnine) தேக்கம் என்றும், பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இவற்றில் முன்வகை, புல் (grass) வகைத் தாவரங்களிலும், பின்வகை, எல்லாத் தாவரங்களிலும் காணப்படுகின்றன. இந்த ஒவ்வொரு வகைத் தேக்கத்திலும், ஒன்றுடனென்று சம்பந்தப்பட்ட மூன்று வகையான பொருள்கள் அடங்கி இருக்கின்றன உதாரணமாக, ஃபினைல் அலானின் தேக்கம் என்பது ஃபினைல்பைருவிக் அமிலம் (phanyl hyruvic acid), ஃபினைல் லேக்டிக் அமிலம் (phenyl lactic acid), ஃபினைல் அலானின் (phenyl alanine) போன்ற மூன்று வகையான பொருள் களைப் பெற்றிருப்பதாகும். ஆனால், டைரோஸ்ன் தேக்கத்தில், பாரா - ஹைட்ராக்ஸி லேக்டிக் அமிலம் (P-hydroxylatic acid), பாரா - ஹைட்ராக்ஸிஃபினைல் பைருவிக் அமிலம் (P-hydroxy phenyl pyruvic acid), டைரோஸின் (tyrosine), போன்ற மூன்று வகையானப் பொருள்களைப் பெற்றிருப்பதாகும். ஒவ்வொரு தேக்கத்திலிருக்கின்ற பொருள்கள், அவையவைகளின் சம்பந்த பட்ட என்ஸைம்களினால், மாற்றப்பட்டு வெவ்வேறு வகையான வாசனை அமிலங்களை (aromatic acid) உண்டாக்குகின்றன. உதாரணமாக, டைரோஸின் தேக்கப் பொருள்கள், டைரோஸி னேஸ் (tyrosinase) என்ற என்ஸைமினாலும், ஃபினைல் அலானின் தேக்கப் பொருள்கள் ஃபினைல் அலானின் டிஅமினேஸ் (phenyla-lanire deaminase) என்ற என்ஸைமினாலும் மாற்றப்படுகிறன்ன.

இதன் விளைவாக ஸின்னமிக் அமிலம் (cinnamic acid), பாரா - குமாரிக் அமிலம் (P-coumaric acid), காஃபியிக் அமிலம் (coffeic acid), ஸினுப்பிக் அமிலம் (sinapic acid), ஃபெருலிக் அமிலம் (Ferulic acid) போன்ற வாசனை அமிலங்கள் உண்டாகின்றன. இவற்றில் ஸின்னமிக் அமிலத்திலிருந்து குமாரின் (coumarin) என்ற பொருளும், காஃபியிக் அமிலத்திலிருந்து, புஞ்ஜனின் (pungenin) என்ற பொருளும், பாரா-குமாரிக் அமிலத்திலிருந்து ரூட்டின் (rutin) என்ற பொருளும், முறையே நேரிடையாக உண்டா கின்றன. ஆனல், லிக்னின் என்ற பொருள் மட்டும், காஃபியிக் அமிலத்திலிருந்து மறைமுகமாக ஸினுப்பிக், ஃபெருலிக் அமிலங் களின் மூலமாக, உண்டாகின்றது. இந்தச் சிக்கலான நிகழ்ச்சி களில் தோன்றுகின்ற வாசனை அமிலங்கள் ஒவ்வொன்றும், ஒன்றிலிருந்து மற்ருென்று உண்டாவது குறிப்பிடத்தக்கதொரு உண்மையாகும். இந்த நிகழ்ச்சிகளை அடுத்த பக்கத்தில் உள்ள படத்தில் காணலாம். இந்த உண்மை 1964-ஆம் ஆண்டில் நெய்ஷ் (Neish) என்பவர் ஆராய்ந்து அறிவித்திருக்கின்ருர்.


ஃபினைல் அலானின் தேக்கம்
ஃபினைல் லேக்டிக் அமிலம்
ஃபினைல் பைரூவிக் அமிலம்
ஃபினைல் அலானின்
ஃபினைல் அலானின் டிஅமினேஸ்
ஸின்னமிக் அமிலம்
குமாரின்
சர்க்கரைப் பொருள்
ஷிக்மிக் அமிலம்
ருட்டின்
டைரோஸின் தேக்கம்
பாரா-ஹைட்ராக்ஸி ஃபினைல் லேக்டிக் அமிலம்
பாரா-ஹைட்ராக்ஸி ஃபினைல் பைரூவிக் அமிலம்
டைரோஸின்
டைரோஸ்
பாரா - குமாரிக் அமிலம்
காஃபியிக் அமிலம்
புருஜனின்
ஃபெருலிக் அமிலம்
ஸினப்பிக் அமிலம்
லிக்னின்

5-3. அடிப்படைப் பொருள்கள் (Matrix substances)

ஹெமிசெல்லுலோஸும் (hemicellulose) பெக்டிக் கூட்டுப் பொருள்களும், அடிப்படைப் பொருள்களுக்கு உதாரணங்களாகும். ஹெமி செல்லுலோஸ் என்பது டெ-காலக்டோஸ் (D-galactose), டெ-மான்னோஸ் (D-mannose), லீ-அராபினோஸ் (L-arabinose) டெ-சைலோஸ் (D-xylose) போன்ற பலதரப்பட்ட பொருள் களைப் பெற்றிருக்கின்ற பாலிஸாக்கரைட்களாகும். (polysaccharides). இது போன்று பெக்டிக் கூட்டுப் பொருள்கள் என்பவை பெக்டிக் அமிலம் (pectic acid), புரோட்டோ பெக்டின் (protopectin), பெக்டின் (pectin) என்ற மூன்று வகைகளில் இருக்கக் கூடியவைகளாகும். பெக்டிக் கூட்டுப் பொருள்கள், ஹெமி செல்லுலோஸிற்கு ஓரளவிற்குச் சம்பந்தப்பட்டவை என்று கூறப்பட்டபோதிலும், இவை வொவ்வொன்றும் முறையே, வெவ்வேறு அளவிற்குக் கரைசல் தன்மையைப் பெற்றிருப்பதன் மூலம் வேறுபடுகின்றன. பெக்டிக் பொருள்கள், அரூப (amorphous) கொல்லாய்டல் (colloidal) பொருள்களாகும். மேலும், நெகிழ்கின்ற தன்மையையும், (Plastic) அதிக அளவிற்குத் தண்ணீருடன் சேருகின்ற இயல்பையும், (hydrophilic) பெற்றிருக் கின்றன. தண்ணீருடன் சேருகின்ற இயல்பை இது அதிக அளவில் பெற்றிருக்கின்ற காரணத்தினால், செல்லுறைகள் எப் பொழுதும் நீருடன் கலந்திருக்க முடிகின்றது. பெக்டிக் கூட்டுப் பொருள்கள், முன்பு குறிப்பிட்டபடி, அடுத்தடுத்து இருக்கின்ற இரு செல்களின் பிரைமரி செல்லுறைகளுக் கிடையில், உண்டாகியிருப்பதோடல்லாமல், பிரைமரி செல்லுறைகளிலும், ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கு. இவை காணப்படுகின்றன. மேலும், பெக்டிக் கூட்டுப் பொருள்களுக்கு மேற்கூறப்பட்ட இயல்புகள் இருப்பதனால், அவை வர்த்தகத் துறையில் ஜாம்கள் (Jams) மிட்டாய் பேன்ற தின்பண்டங்கள் (confectionary), மருந்துகள் வாசனைப் பொருள்கள் (Cosmetics) முதலியவை செய்வதற்குப் பயன்படுகின்றன. இந்த ஹெமிசெல்லுலூஸும், பெக்டிக் கூட்டுப் பொருள்களும், வரைப் பொருளான செல்லுலோஸுடன் சேர்ந்தோ அல்லது செல்லுலோஸைத் தொடர்ந்தோ உண்டா வதனால், இவை அடிப்படைப் பொருள்களென்று கூறப்படு கின்றன.

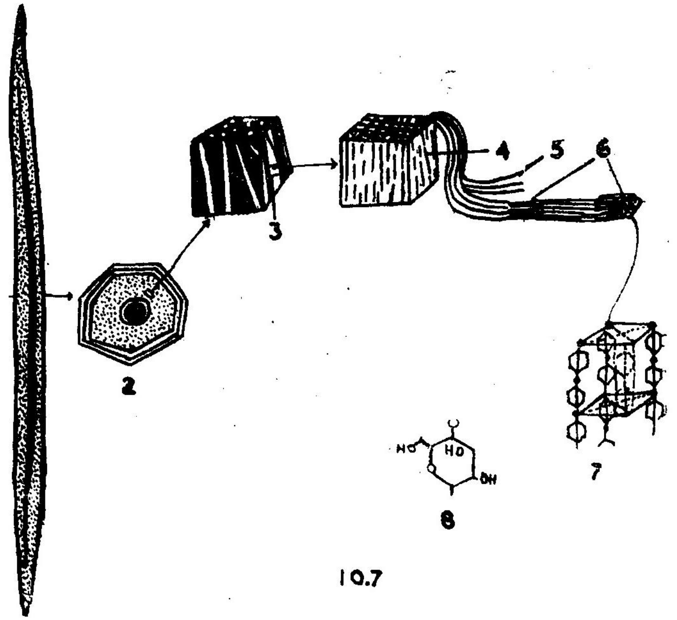
5-4. வரைப் பொருள்கள் (Framework substances)

செல்லுலோஸ் (cellulose) ஒவ்வொரு செல்லுறையிலும் எப் பொழுதும் காணப்படுகின்ற முக்கியமான வரைப் பொருளாகும். இது நீருடன்சேரக்கூடியத் தன்மையையும், ஸ்படிகத் தன்மையை

யும், பெற்றிருக்கின்றதொரு கூட்டுப்பொருளாகும். $(C_6H_{15}O_5)_n$ என்ற சூத்திரத்தின் மூலம். செல்லுலோசைப் பொதுப்படையாகக் குறிப்பிடலாம். பாலிஸாக்கரைட் ஹெக்ஸோஸான் (polysaccharide hexosan) என்ற நிலையில் இது தரசத்துடன் (starch) நெருங்கிய உறவு கொண்டிருக்கின்றது. இதில் அடங்கியிருக்கின்ற குளுகோஸ் பரமாணுக்கள் (glucose molecular) சங்கிலி (chain) அல்லது ரிப்பன் போன்ற (ribbon like) அமைப்பைப் பெற்றிருக்கின்றன. இந்த வகையான அமைப்புகள் ஒவ்வொன்றும் 1000 அல்லது ஆயிரத்திற்கு மேற்பட்ட பரமாணுக்களைப் பெற்றிருக்கக் கூடும். இந்த பரமாணுக்கள் எல்லாம் ஒன்றுடனொன்று பிராண வாயுவினால் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. தனியாகப் பிரித்தெடுக்கப்பட்ட நிலையில், ஒவ்வொரு சங்கிலி அல்லது ரிப்பன் போன்ற அமைப்பின் நீளம் அதிகஅளவு வேறுபடுவதோடல்லாமல், நான்கு மைக்ரான் நீளத்தையும், பெற்றிருக்கக் கூடும்.

ஒவ்வொரு செல்லுறையின் அமைப்பு முறை, அதில் அடங்கியிருக்கின்ற செல்லுலோஸைப் பொறுத்திருக்கின்றது. செல்லுலோஸ் முன்னர் அறிவித்தபடி, பலபரமாணுக்கள் அடங்கிய நீண்டதொரு சங்கிலி போன்ற அமைப்புடன் காணப்படுகின்றது. குளுக்கோஸ் பரமாணுக்கள் எல்லாம் தாறுமாறாக ஒவ்வொரு செல்லுறையிலும் அமைந்திராமல், அவையெல்லாம் ஒன்று சேர்ந்து, வெவ்வேறு அளவினையுடைய கட்டுகளாக அல்லது திரள்களாக ஒரு ஒழுங்கான முறையில், அமைந்திருக்கின்றன. இந்த வகையில், இவற்றின் அளவு வேறுபடுவதனால், சில திரள்கள் அல்லது கட்டுகள் எ.மை மூலமும், வேறு சில ஓரளவிற்கு ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பின் மூலமும், புலனாகக் கூடிய அளவிற்கு அமைந்திருக்கக் கூடும். செல்லுறையின் அடிப்படை அமைப்புக் கூறுகள் (structural elements) செல்லுறையில் குறிப்பாக பொஹ்மீரியா (Boehmeria) நாரின் செகண்டரி செல்லுறையின் செ₂ (S_2) என்று கூறப்படுகின்ற மத்திய அடுக்கில், எவ்வாறு அமைந்திருக்கின்றன என்பதை ஃபிரேவிஸ்லிங் (Frey-wyssling) என்பவர் 1959 ஆம் ஆண்டில் விளக்கியிருக்கின்றார். இந்த விளக்கம் பின்வருமாறு: ஒவ்வொரு செல்லுலோஸ் பரமாணுவின் அதிகப்படியான அகலம் 8A° ஆக இருக்கின்றதென்றும், இதன் காரணமாக, இதை எ.மையில் பார்க்க முடிவதில்லை என்றும் கூறியிருக்கின்றார். பல செல்லுலோஸ் பரமாணுக்கள் ஒன்றுசேர்ந்து ஒரு அடிப்படை மைக்ரோஃபைபிரில்லாக (elementary mirofibril) ஆகின்றது. இதன் அதிகப்படியான அகலம் 100A° ஆகவும், இது எ.மையில் பார்க்கக் கூடியதாகவும், குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும்

பொழுது, 100 செல்லுலோஸ் பரமாணுக்கள் ஒவ்வொரு அடிப் படை மைக்ரோபைபிரிலிலும் அடங்கியிருப்பதைப் பார்க்கலாம். இதற்கு அடுத்தபடியாக, அடிப்படை மைக்ரேரபைபிரில்கள் பல ஒன்று சேர்ந்து ஒரு மைக்ரோபைபிரில் (microfibril) உண்டா கின்றது. இது ஒவ்வொன்றும் 250A° அகலத்தையும், குறுக்கு வெட்டில். 2000 செல்லுலோஸ் பரமாணுக்களையும், பெற்று காணப்படுகின்றது. மாக்ரோஃபைபிரில்கள் (macrofibrils) உண்டாகின்றன. இந்த மாக்ரோ பைபிரிலின் அகலம் 0.4 மைக்ரானுகவும், இது குறுக்கு வெட்டில் 500,000 செல்லுலோஸ் பரமாணுக்களைப் பெற்றும் காணப்படுகின்றது. கடைசியாக, ஒரு ஸெ$_2$ (S_2) செல்லுறையின் குறுக்கு வெட்டில் ஏறக்குறைய 2,000,000,000 செல்லுலோஸ் பரமாணுக்கள் அடங்கி யிருப்பதைப்பார்க்கலாம். (படம். 10-7).



10.7

படம் 26.

10-7. நார்ச்செல் செல்லுறையின் விரிவான அமைப்பு.

1. நார்ச்செல்லின் முழுத்தோற்றம்; 2. மூன்று அடுக்கு செகண்டரி செல் லுறை உடைய நார்ச்செல்லின் குறுக்குவெட்டு; 3. மாக்ரோ ஃபைப்ரில்; 4. மைக்ரோ ஃபைப்ரில்; 5. செல்லுலோஸ் பரமாணு 6. மைசல்; 7. சங்கிலி போன்ற செல்லு லோஸ் பரமாணுக்களைப் பெற்றிருக்கின்ற மைசலின் ஒருபகுதி; 8. பிராணவாயு அணுவின் இணைப்பை உடைய குளுக்கோஸ் பரமாணு.

(5) இதரப் பொருள்கள்

டேன்னின்கள் (Tannins) :- இவை பாலிஹைட்ராக்ஸி ஃ-பீனுலிக் (polyhydroxyphenolic) கூட்டுப் பொருள்களின் பல தரப்பட்ட தொகுப்பாகும். டேன்னின்களிலிருந்து உண்டாகின்ற நீரற்ற (anhydrous) பொருள்கள் ஃபுளோபாஃபின்கள் (Phlobaphenes) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இவை மஞ்சள் அல்லது சிகப்பு அல்லது பழுப்பு நிறத்துடன் காணப்படுகின்றன. டேன்னின்கள், குறிப்பாகப் பல செடிகளின் இலைகளிலும், காய்களிலும், விதையுறைகளின் (testa) புறத்தோலிலும் அதிக அளவில் காணப்படுகின்றன. சிலவகைத் திசுக்களிலும், இவை காணப்படுகின்றன. உதாரணமாக, வேர்களின், தண்டுகளின் ஸைலம் (xylom) ஃபுளோயம் (phloem), பெரிடேர்ம், (periderm) முதலியவைகளாகும். புரதங்கள் (proteins) :- சாதாரணமாக உயர்ந்தநிலைத் தாவரங்களின் செல்லுறைகளிலும், கடைநிலைத் தாவரங்களின் செல்லுறைகளிலும் இருப்பதாக சமீப காலத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இருந்தபோதிலும், செல்லுறை அமைப்பில் எந்த அளவிற்குச் சம்பந்தப்பட்டிருக்கின்றன என்று சரிவரத் தெரியவில்லை.

கேல்லோஸ் (callose) :- இது ஒரு பிரத்யேகமான, பாலிஸாக்கரைட் பிரிவைச்சார்ந்த பொருளாகும். இது செல்களின் அமைப்புப் பொருளாகக் காணப்படுவது மிக அரிதாகும். ஆனால், இது செல்களில் எவ்வளவு சீக்கிரமாக உண்டாகின்றதோ அந்த அளவிற்கு, இது அழிந்து விடுகின்றது. இது செல்களில் உண்டாகும் பொழுது, ஒருதரப்பட்ட பொருளாகப் (homogeneous mass) படிகின்றது. இந்த வகையில் படிந்த பொருள் தற்காலிக அடைப்பாக (plug) மிகக் குறைந்த காலம் வரை இருந்த பிறகு இது மறைகின்றது. உதாரணமாக, தண்டின் புறணி (cortex) காயப்படுத்தப்படும் பொழுது, கேலோஸ் உடனடியாகச் செல்லுறைகளின் குழிகளில் (pits) படிந்து பாதிக்கப்பட்ட திசுக்களுக்கும், பாதிக்கப்படாத திசுக்களுக்கும் இடையே உள்ள தொடர்பைத் தடுக்கின்றது. ஃபுளோயம் திசு பாதிக்கப்படும் பொழுது, அதில் கேலோஸ் உண்டாவதை மற்றொரு உதாரணமாகக் கூறலாம். இந்தத் திசுவில் உண்டாகின்ற கேலோஸ் சல்லடைத் தட்டின் மேற்பரப்பில் உடனடியாகப் படிந்து கடத்தல் (translocation) நிகழ்ச்சியைத் தடுக்கின்றதைப் பார்க்கலாம். இந்த உதாரணங்களின் மூலம் கேலோஸ் எவ்வாறு செயற்கை முறையில் பாதிக்கப்பட்ட திசுக்களில் அடைப்பை ஏற்படுத்துகின்றது என்று தெரிகின்றது. சில உதாரணங்களில், கேலோஸின் அடைப்புச்

செயல் இயற்கையானதொரு நிகழ்ச்சியாகவும், ஏற்படக்கூடும். உதாரணமாக, மகரந்தக் குழாய்கள் (pollen tubes) கீலகத்தின் (style) வழியாக வளர்ந்து செல்லும் பொழுது, அவற்றிற்குப் பின்புறமாக, அதாவது அடிப்பாகத்தில் இந்தக் கேலோஸ் அடைப்புகள் உண்டாகின்றன. கேலோஸ் மகரந்தக் குழாய்களைப் பொறுத்த மட்டில், கோல்கி அமைப்புகளிலிருந்தும், சல்லடைக் குழாய்களைப் பொறுத்த மட்டில், எ'வ' விலிருந்து உண்டாகின்றன என்று கருதப்படுகின்றது. (North cote & Wording, 1966).

மேலே விவரிக்கப்பட்ட, அங்ககப் பொருள்களெல்லாம், ஒவ்வொரு செல்றையைப் பொறுத்து வெவ்வேறு அளவிலும், முறையிலும், சேர்க்கையின் மூலமும் தோன்றி அமைந்திருப்பதை நினைவில் இருத்திக் கொள்ளவேண்டும். மேலும், இந்தப் பொருள்களுடன், நீரும் குறிப்பிடத்தக்க அளவிற்குக் கலந்து காணப்படுகின்றது. இதன்காரணமாக, இவற்றை முறையே பிரித்தறிவது என்பது மிகவும் சிக்கலானதொரு காரியமாகும்.

5.5 பிரைமரி செல்லுறை (primary cell wall)

பிரைமரி செல்லுறையைக் குறித்து, பலவகையான இலக்கணங்கள் கூறப்பட்டிருக்கின்றன. அவையாவன :

(1) ஆக்குத்திசு (meristamatic tissue) செல்லுறையும், அதனால் தோற்றுவிக்கப்படுகின்ற செல்களில் காணப்படுகின்ற ஒத்த (lomologue) உறையுமாகும். (Kerr & Bailey, 1934),

(2) வளர்ச்சியின் தொடக்கத்தில், புரோட்டோபிளாஸத்தைச் சுற்றி அமைந்திருக்கும் மிக மெல்லிய உறை (Frey-Wyssling, 1948, Muhlethaler, 1950.)

(3) வளர்ந்துகொண்டிருக்கின்ற செல்லின் வெளிப்புற அமைப்பு, (Preston, 1952).

(4) பரப்பில் வளர்கின்ற, வளர்ந்து கொண்டு வருகின்ற செல்லுறையின் பகுதி (Meeuse, 1941).

(5) கம்பளி இழைகள் (felts) போன்று ஒன்றுடனொன்று பிணைக்கப்பட்ட அல்லது பின்னப்பட்ட மைஃரோக்பைப்ரில் டெக்சரைப் (micro fibrillar texture) பெற்றிருப்பதாகும் (Belford et al, 1958).

(6) செல்லின் வளர்ச்சியில் தொடக்கத்தில் உண்டாகின்ற உறையைப் பிரைமரி செல்லுறை என்றும், இதையடுத்து உட்புற

மாக, பிறகு உண்டாகின்ற உறையைச் செகண்டரி செல்லுறை என்ற அடிப்படை நடைமுறைக்கு உகந்ததாகும் (Wardrop, 1962). ஆனால், மேலே கூறப்பட்ட இலக்கணங்கள் எல்லாவற்றையும், விட, பின்வரும் இலக்கணம் நடைமுறைக்கு மிகவும் உகந்ததாகக் கருதப்படுகின்றது. அதாவது, பிரைமரி செல்லுறை என்பது, ஒருசெல் விரிவடைந்து கொண்டிருக்கும்பொழுது உண்டாகின்ற செல்லுறையாகும்.

பொதுவாகச் செல்லுறை உண்டாகின்ற நிகழ்ச்சிகளில், பின்வரும் நான்கு வகையான நிலைகள் அடங்கியிருக்கின்றன. அவையாவன :

(1) செல்பிரிதலினால் உண்டாகின்ற நிகழ்ச்சி

(2) பிரைமரி செல்லுறை அமைப்பையும், படிதலையும் கட்டுப் படுத்துகின்ற நிகழ்ச்சிகள்

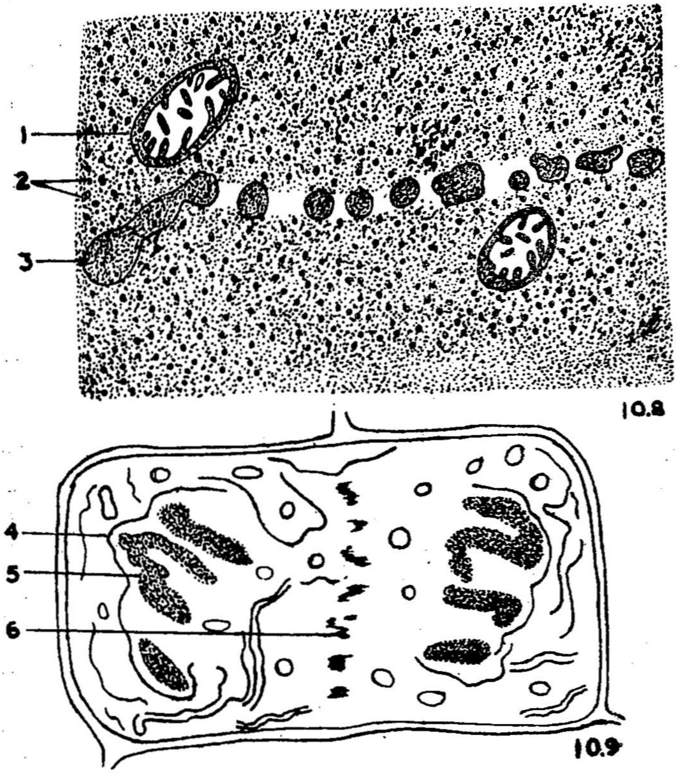
(3) செல் விரிதலடைகின்ற நிகழ்ச்சி

(4) செகண்டரி, டெர்ஷியரி (terdiary) செல்லுறைகளின் அமைப்பை நிர்ணயிக்கின்ற நிகழ்ச்சிகள்.

ஒரு பிரிதலுறுகின்ற செல்லின் புரோட்டோபிளாஸ்ட் இரு சம அளவு புரோட்டோபிளாஸ்ட்டுகளாகப் பிரிகின்ற பொழுது, செல்லு றையின் தோற்றம் முதன் முதலாக ஆரம்பமாகின்றது என்று கூறலாம். ஆனால், அதே சமயத்தில், நூக்ளியஸ் பிரிதலும், சைட்டோபிளாஸம் பிரிதலும், ஒத்த காலத்திலோ அல்லது ஒன்றன்பின் ஒன்றாகவோ ஏற்படவேண்டும் என்று கூறிவிட முடியாது. ஏனென்றால், சில வேளைகளில், நூக்ளியஸ் மட்டும் அடுத்தடுத்து பிரிந்து கொண்டிருக்கும்பொழுது, அவ்வாறு பிரிவுற்ற நூக்ளியஸ்களுக்கிடையே தொடர்ந்தாற்போல் செல்லுறை களுண்டாவதில்லை. இந்த வகையான நிகழ்ச்சி அதாவது நூக்ளி யார் எண்டோஸ்பர்ம் (nuclear endosperm) உண்டாகின்றபொழுது காணலாம்.

செல் பிரிதல்களின் இறுதிக் கட்டத்தில் உண்டாகின்ற கதிர் கோல் நார்களின் (spindle fibres) மையத் தளத்தில் (equotorial plane) தோன்றுகின்ற ஃபிராக்மோபிளாஸ்ட்டுடன் (phrogmo- plast) செல்லுறை உண்டாவது தொடங்குகின்றது என்று கூறலாம் (படங்கள் 10-8-10-9). ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பில் பார்க்கும் பொழுது, ஃபிராக்மோபிளாஸ்ட். செல் பிரிதலினால் ஏற்படுகின்ற இரு மகளிர் நூக்ளியஸ்களுக்கு (daughter nuclei)

இடையே காணப்படுகின்ற அடர்த்தியான ஸைட்டோபிளாஸத்தைக் குறிப்பதாகும். முதன் முதலாக, கண்ணிற்குப் புலப்படுகின்ற செல்லுறையைச் செல்லிடைத்தட்டு (cell plate) என்று கூறுவர். இந்தச் செல் தட்டு முதன் முதலில் ஃபிராக்மோபிளாஸ்



படம் 27.

10-8. திரித்திக்கும் (Triticum) இலையில் செல்லிடைத் தட்டு உண்டாகின்ற முறை (கடைநிலையைக் குறிக்கின்றது).

10-9. ஹோர்டியும் (பார்லி) (Hordeum) ; (Barley) வேர்நுனிச் செல்லிலேற்படுகின்ற மைட்டோஸிஸ். இதில் இரு மகளிர் நூக்ளியஸ்களுக்கிடையே ஏராளமான கோல்கி அமைப்புகளிலிருந்து உண்டான குடுக்கைகள் ஒன்றுசேர்ந்து உண்டான செல்லிடைத் தட்டைப் பார்க்கலாம். மேலும், இந்தப் பகுதியில் செல்லின் வேறு வகையான நுண் அங்கங்கள் நீக்கப்பட்டிருப்பதையும் பார்க்கலாம்.

10-8.—10-9. 1. மைட்டோகாண்டிரியான் ; 2. நுண்குழல் ; 3. குடுக்கை ; 4. நூக்ளியஸ் உறை ; 5. குரோமாட்டிட் ; 6. வளர்ந்துகொண்டிருக்கின்ற செல்லிடைத் தட்டு.

டின் மத்திய பகுதியில் உண்டாகின்றது. மத்தியில் உண்டாகிய செல்தட்டு திடமாகிக் கொண்டிருக்கும்பொழுது, அந்தப் பகுதியி யிலுள்ள ஃபிராக்மோபிளாஸ்ட் மறைகின்றது. அதே சமயத்தில், ஃபிராக்மோபிளாஸ்ட் செல்லினுட்புறத்தைச் சுற்றிக் காணப்படும். ஆனல், செல்தட்டு மேற்கொண்டு வளர்ந்து, மத்தியிலிருந்து வெளிப்புறம் நோக்கி விரிவடையும் பொழுது, அந்தந்தப் பகுதியி லுள்ள ஃபிராக்மோபிளாஸ்ட்டும், இறுதியில் மறைந்துவிடு கின்றது. அதாவது வேறு வகையில் கூறவேண்டுமானல், பொது வாக, செல்தட்டு, இரு மகளிர் செல்களின் மையத் தளத்தின் மையத்தில் உண்டாகி, அங்கிருந்து மேன்மேலும் அது விரி வடைந்து, கடைசியில் ஏற்கெனவே இருக்கின்ற பக்க உறை களுடன் இணைகின்றது. இந்த வகையில், செல்லுறை புதிதாக ஒவ்வொரு செல் பிரிதல் இறுதியிலும் உண்டாகின்றது. சாற்றுக் குழாயைப் (vacuoles) பெற்றிருக்கின்ற ஒரு செல்லில் மைட்டோ ஸிஸ் (mitosis) ஏற்படுவதற்கு முன்பு, ஸைட்டோபிளாஸமும், ஃபிராக்மோபிளாஸ்ட்டும், செல் தட்டு உண்டாகின்ற பகுதியில் வந்தடைகின்றது. இந்தப் பகுதியில் வந்தடைகின்ற ஸைட்டோ பிளாஸத்தை, ஃபிராக்மோஸோம் (phragmosome) என்று அழைக் கப்பட்டது. (Sinnolt & Block, 1941). இந்த ஃபிராக்மோஸோம் என்ற ஒருவித அமைப்பு நூக்ளியஸைச் சுற்றி ஒளி மைக்ராஸ் கோப்பில் காணப்பட்டபோதிலும், இந்த உண்மையை உறுதிப் படுத்தக்கூடிய அளவிற்கு எ. மை. மூலம் ஆதாரம் கிடைக்க வில்லை. ஆனல் தற்காலத்தில், ஃபிராக்மோஸோம் என்ற சொல் என்ஸைம்களைப் பெற்று மெம்ப்ரேனினல் சூழப்பட்ட அமைப்பு களைக் குறிப்பதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது, (Porter & Machado, 1960). இந்த ஃபிராக்மோஸோம்கள், அல்லியம் (Allium) வேர் நுனிகளிலுள்ள செல்களில் செல்தட்டு உண்டாவ தற்கு உதவுகின்றன என்று கூறப்படுகின்றது. அதே சமயத்தில் இவை அல்லியம் வேர்நுனித் திசுக்களைத் தவிர்த்து வேறு எந்த வகையான திசுக்களிலும் காணப்படுவதில்லை என்றும் கருதப்படு கின்றது,

எ. மை. யின் மூலம் அறியப்படுகின்ற உண்மையின்படி, 100 நா. மீ. அளவிலுள்ள குடுக்கைகள் (vesicles) அடர்த்தியாகத் தோன்றி அவை எல்லாம் பிறகு உறைவதன் (coagulation) மூலம், செல்தட்டு உண்டாகின்றது என்பதாகும் (படம் 10-8). இந்தக் குடுக்கைகள், கோல்கி அமைப்புகளிலிருந்து உண்டாகின்றன என்று பெரும்பாலோரால் கருதப்படுகின்றது (Whaley & Mallenhauer. 1963; E...n, 1965). தொடக்கத்தில் கதிர்கோல் நார் களைச் சுற்றியும், அவற்றுக்கிடையேயும் இக்குடுக்கைகள் ஒருங்கே

சென்றடைகின்றன. கதிர்கோல் நார்கள், செல்லின், உட்புறத்தைச் சுற்றி அமைந்திருக்கின்ற நுண்குழல்களை (microtubules) ஒத்துக் காணப்படுகின்றன. இவ்வாறு ஒழுங்கான முறையிலும், செல்லின் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் மட்டும் அமைந்திருக்கின்ற ஏராளமான நுண்குழல்கள் செல்தட்டு தோற்றுவிப்பதில் எந்த அளவிற்குப் பங்கு பெறுகின்றன என்பதும், அவை அங்கே தோன்றியிருப்பது சந்தர்ப்பம் ஒற்றுமையினுலா அல்லவா என்பதும் இன்னும் சரிவரத் தெரியவில்லை. இது ஒரு புறமிருக்க, அல்லியும் (allium) வேர்நுனிச் செல்களில், செல் பிரிதல்கள் ஏற்படும்பொழுது, எ. வ. (E. R.) செல் தட்டின்மூலம் ஊடுருவிச் செல்கின்றதாகக் கூறப்படுகின்றது. எ. வ. விரிப்புகள் (sheets) போன்று நுழைந்து, பிறகு அவற்றின் நுனிகள் விரிந்து, நுண்குழல்களும், குடுக்கைகளும் உண்டாகின்றன. உறைந்து கெட்டியாகிக் கொண்டு வருகின்ற செல்லுறைக்குள், அகப்பட்டுக்கொண்ட எ. வ. வின் சில பகுதிகள் பிளாஸ்மாடெஸ்மாட்டா (plasmodesmata) வாக மாறுபடுகின்றன. (Porder & Machado, 1960) செல்லுறைகளில் காணப்படுகின்ற பிளாஸ்மோடெஸ்மாட்டாவின் தோற்றத்தைக் குறித்து, மற்ருெரு கோட்பாடும் இருந்து வருகின்றது. இந்தக் கோட்பாட்டின்படி, கோல்கி அமைப்புகளிலிருந்து உண்டான குடுக்கைகள் பல வரிசையாக ஒன்று சேர்வதனுல் உண்டாகலாம் என்று கருதப்படுகின்றது (Junipen, 1963).

செல் தட்டு உண்டாவதைக் குறித்து, மற்ருெரு கோட்பாடும் நிலவுகின்றது. அதாவது, நடு அடுக்கில் (middle lamella) புரதம் இருக்கின்றது என்பதற்கு மறைமுகமான ஆதாரம் இருக்கின்றது. இத்துடன் ஒரு செல்லில் ஏற்படுகின்ற பாஸ்ஃபேட்டேஸ் செயலில், 80 சதவீதம், பிரைமரி செல்லுறைகளில் ஏற்படுகின்றது. இந்த இரு வகையான உண்மைகளையும், ஒன்று சேர்த்து சிந்திக்கும் பொழுது, செல்லுறை உண்டாகின்ற தொடக்கத்திலிருந்து புரதமும், சர்க்கரைப் பொருளும் (carbohydrate) ஒன்று சேர்ந்து செல்லுறையில் கலக்கின்றன. ஆனுல், புரதம் எங்கிருந்து கிடைக்கின்றது அல்லது எங்கிருக்கின்றது என்பதைக் குறித்து அறிந்து கொள்ள முடியாவிட்டாலும், கோல்கி அமைப்புகள், புரதம், சர்க்கரைப் பொருள்கள் உண்டாவதில் சம்பந்தப்பட்டிருக்கலாமென்று நம்பப்படுகின்றது.

செல்லுறைச் சேர்க்கை முறை (cell wall synthesis): பிளாஸ்மாலெம்மாவையும் (plasmalemma) இதனுடன் சேர்ந்து காணப்படுகின்ற மெம்ப்ரேன் அமைப்புகள் (memprane systems) முதலியவைகளையும் ஒன்று சேர்த்து பாராமூரல் அமைப்புகள்

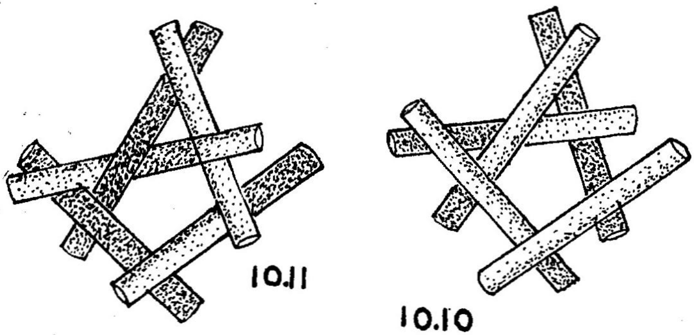
(paramural bodies) என்று பொதுப் பெயரினுல் அழைக்கப்படு கின்றது (Merchant & Robards 1968). இந்தப் பாராமூரல் அமைப்புகள், உண்டாகின்ற முறையைப் பொறுத்து அவை இரு வகையாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஒன்று பிளாஸ்மாலெம்மா ஸோம் (plasmalemmasome) என்றும், மற்றொன்று லோமாஸோம் (lomasome) என்றும், பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவற்றில், முன் வகையின், மெம்ப்ரேன் முழுவதும், பிளாஸ்மா லெம்மாவிலிருந்தும், பின் வகையின் மெம்ப்ரேன்கள் ஸைட்டோபிளாஸ்மிக் மெம்ப்ரேன் களிலிருந்தும், முறையே உண்டாகின்றன என்று கூறப்படுகின்றது மேலும், எந்தெந்தச் செல்களில், செல்லுறைச் சேர்க்கை உண்டா கின்றதோ, அவற்றிலெல்லாம் அந்தப் பாராமூரல் அமைப்புகள் அதிக அளவில் காணப்படுகின்றன. இதிலிருந்து இவையெல்லாம். செல்லுறைச் சேர்க்கையை உண்டாக்குகின்றன என்று தெரிய வருகின்றது. மேலும், லோமாஸோம்கள், செல்லுறைப் பொருள்களைச் சேர்ப்பதிலும், பிளாஸ்மாஸோம்கள், அதற்கான என்ஸைம்களை உண்டாக்குகின்ற நிகழ்ச்சிகளிலும், முறையே பங்கெடுத்துக் கொள்கின்றன என்றும் கூறப்படுகின்றது. (Merchant Robards, 1968).

பிரைமரி செல்லுறையின் வளர்ச்சி (growth of primary wall : ஒரு செல்லின் வளர்ச்சி இருவகைகளில் ஏற்படுகின்றது. ஒரு வகைச் செல்லின் பரப்பிலேற்படுகின்ற அதிகரிப்பையும், மற்றொரு வகை அதன் தடிப்புத் தன்மை ஏற்படுவதையும் (thickness) குறிப்பதாகும்.

(1) **செல் விரிவடைதல் அல்லது பரப்பின் வளர்ச்சி** (cell expansion or growth in area : செல்விரிவடைவது, அதில் அடங்கியிருக்கும் சாற்றுக் குழிகளின் டர்கர்அழுக்கத்தில் (turgor pressure) ஏற்படுகின்றது என்பது ஒருசாராரின் கொள்கை (green, 1962). சில சமயங்களில், சாற்றுக் குழிகளின் டர்கர்அழுக்கமும், ஸைட்டோபிளாஸத்தின் டர்கர் அழுக்கமும் ஒன்று சேர்ந்து செல் விரிவடைவதற்குக் காரணமாக இருக்கலாம் என்றும், தோன்றுகின்றது. செல்லினுள் ஏற்படுகின்ற மேற்கூறப்பட்ட அழுக்கங்கள், எல்லாப்பக்கங்களிலும், ஒரே அளவினதாக இருந்த போதிலும், செல் விரிவடைவது மட்டும், இவற்றிற்கேற்றாற்போல் எல்லாப்பக்கங்களிலும் சமமாக ஏற்படுவதில்லை. அடுத்தடுத்திருக் கின்ற செல்கள் ஒவ்வொன்றும், விரிவடைந்து கொண்டிருக்கும் செல் விரிதலை எதிர்த்துத் தோற்றுவிக்கின்ற அழுக்கங்களும், அதனுல் விரிவடைந்து கொண்டிருக்கின்ற செல்லின் பக்கங்கள் வெவ்வேறு அளவிற்கு, எதிர்த்துத் தாங்கிக் கொள்கின்ற தன்மை

யையும் ஒன்று சேர்ந்து சமமற்ற விரிவை ஒவ்வொரு செல்லிலும் ஏற்படுத்துகின்றன.

செல் தடிப்புறுதல் (cell thickening) : இது இரு வகைகளில் ஏற்படுகின்றது. ஒருவகையில், செல்லுறைப் பொருள், அதாவது செல்லுலோஸ் மைக்ரோஃபைபிரில்கள் அடுக்கடுக்காகவும், ஒன்றன்மேலொன்ருகவும், படிதல். (படம் 10.10). இது படிதல் முறை (apposition method) என்று கூறுவர். மற்ெருரு வகை, அப்பொழுதுக்கப்பொழுது, உண்டாகின்ற செல்லுலோஸ் மைக்ரோ



படம் 28.

10-10. படிதல் முறையை விவரிக்கின்ற படம். இதில் மைக்ரோ ஃபைப்ரில்கள் செல்லுறையின் மேல்படிவதைப் பார்க்கலாம்.

10-11. இடைநிலைப்பட்ட வளர்ச்சி முறையை விவரிக்கின்ற படம். ஃபைக்ரோஃபைப்ரில்கள் ஏற்கனவே உண்டான அமைப்பினூடே செருகப்படுகின்றதைக் குறிக்கின்றது.

ஃபைபிரில்கள் ஏற்கெனவே தோன்றியிருக்கின்ற செல்லுறையினுள் சென்று அடைதல். (படம் 10.11) இது இடைச் செருகல், முறை (intussusception) என்று சொல்லப்படுகின்றது. இந்த இரு முறைகளில், இரண்டாவது முறையின் மூலம், செல் தடிப்புத் தன்மை உண்மையிலேயே ஏற்படுகின்றதா என்பதைக்குறித்து ஐயப்பாடு இருந்து வருகின்றது, இருந்த போதிலும், கோலங்கைமா collenchyma) செல்களைப் பொறுத்த மட்டிலாவது, இந்த இடைச் செருகல் முறையில் செல்லுறை தடிப்புத் தன்மையை அடைகின்றது என்று உறுதியாகக் கூறப்பட்டிருக்கின்றது (Beer & Setterfield, 1958). மேலும், செல்லுலோஸ் மைக்ரோபைபிரில்களைத் தவிர்த்து, லிக்னின் கூட்டின் போன்ற பொருள்களும் இந்த இடைச் செருகல் மூலம்தான் ஏற்படுகின்றது என்பதைக்குறித்து வேறுபட்ட கருத்து கிடையாது.

மைக்ரோஃபைபரில் படிதல் முறைகள் (Method of microfibrillar deposition) : மைக்ரோஃபைபிரில்கள் படிதலைக் குறித்து, பல்வேறு கோட்பாடுகள் இருந்து வருகின்றன. இவற்றில் முக்கியமானவைகளும், நடைமுறையில் ஆதரிக்கப்படுபவைகளுமான நான்கனை மட்டும் குறித்து இங்கு ஆராய்வோம். அவையாவன :

(1) மொஸெய்க் வளர்ச்சி (mosaic growth).

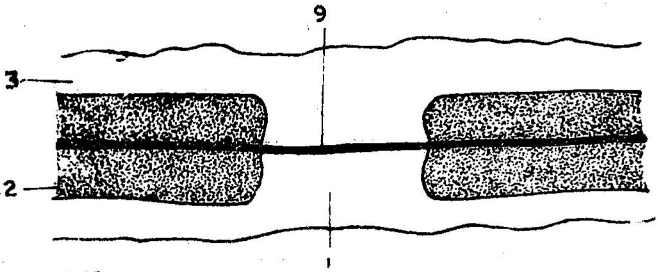
(2) புரோட்டோ பிளாஸ்மிக் ஒருதுருவ அல்லது இருதுருவ வளர்ச்சி (protoplasmic polar or bipolar tip growth).

(3) சேர்க்கைத் தீவுகள் (islands of synthesis).

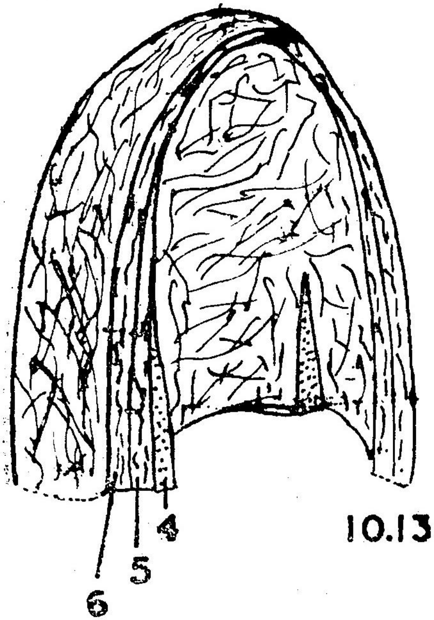
(4) பல்வலை வளர்ச்சி (multinet growth).

(1) மொஸெய்க் வளர்ச்சி (Mosaic growth) : இந்தக் கோட்பாடு ஃபிரேவிஸ்லிங், ஸ்டெக்கர் (Frey-Wyssling & Stecher, 1951) என்பவர்களால் 1951 ஆம் ஆண்டில் அறிவிக்கப்பட்டது. ஒரு பிரைமரி செல்லுறையைப் பிரித்தெடுத்து ஆராயும் பொழுது, அதில் திறந்த பகுதிகளும், அவை மிகக் குறைந்த அளவில் மைக்ரோஃபைபிரில்களைப் பெற்றுக் காணப்பட்டன. இந்தத் திறந்த பகுதிகளில் சில, குழிகளைக் குறிப்பதாகக் கருதப்பட்ட போதிலும், வேறு சில பகுதிகளில், சைட்டோபிளாஸம் ஊடுருவிச் சென்று, அந்தப் பகுதிகளில் புதிதாக மைக்ரோஃபைபிரில்கள் உண்டாகி நெய்யப்படுகின்றது என்று கருதினர்கள். இதற்கிடையில், இது போன்ற திறந்த பகுதிகள், செல்லுறையின் வேறு இடங்களில் உண்டாகி, அங்கு மேற்கூறப்பட்ட முறையில், மைக்ரோஃபைபிரில்கள் புதியதாக நெய்யப்படுகின்றது. இது போன்று செல்லுறை வளர்ச்சி ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கின்ற ஒரு செல்லுறையைப் பார்க்கும் பொழுது, இங்குமங்குமாக வளர்ச்சி ஏற்படுவதனுல், மொஸெய்க் போன்ற தோற்றம் அளிக்கின்றது. இவ்வாறு தோற்றம் அளிப்பதனுல், இந்த வகை வளர்ச்சியை மொஸெய்க் வளர்ச்சி என்றழைத்தார்கள். (Frey-Wyssling & Stecher, 1951). இந்தக்கொள்கை எல்லாராலும் ஒப்புக்கொள்ளபடவில்லை. ஏனெனில், திறந்த பகுதிகள் என்று இவர்களால், கருதப்பட்டவை செல்லுறையில் கடைசியாகத் தோன்றப் போகின்ற குழிகளைத் தவிர பிறிதொன்றுமில்லை, என்பது மற்றவர்களின் கருத்து.

(2) புரோட்டோபிளாஸ்மிக் ஒரு துருவ அல்லது இரு துருவ நுனி வளர்ச்சி (protoplasmic polar or bipolar tip growth) : இந்தக் கொள்கையை மூல்தாலர் (Muhlethaler, 1950) என்பவர் 1950 ஆம் ஆண்டில் அறிவித்தார். இவர் அவினு (Avena) ஸீயா (Zea)



10.12



10.13

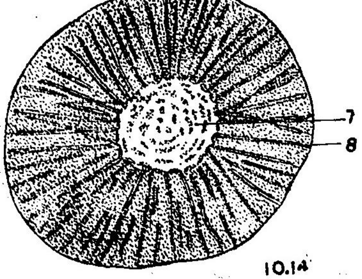
10-12. பீஸும் (pisum) வேரின் புறணிச் செல்களுக்கிடையே காணப்படுகின்ற ஒரு குழியின் எ. மை. தோற்றம்.

10-13. பருத்தி (cotton) கோஸிப்பியும் (gossypium) கேசத்தில் மைக்ரோஃபைப்ரில்கள் படிந்திருக்கின்ற நிலை. கேசம் முழுவதும் வளர்ச்சி ஏற்படுகின்றது.

10-14. பிஸியா (picea)வின் வரையுற்ற குழியின் மேற்பரப்புத் தோற்றம்.

10-12. — 10-14.

1. குழி (வரையற்றது) ;
2. பிரைமரி செல்லுறை
3 செகண்டரி செல்லுறை ;
4 குறுக்குப் போக்கு படிதல்;
5 குறுக்கு நெடுக்கு ஒட்ட அமைப்பு ;
6. உயரப்போக்கு ஒட்ட அமைப்பு ;
7. டோரஸ் ;
8. ஆரப்போக்கு இழை ;
9. குழிமெம்ப்ரேன்.



10.14

படம் 29.

கருத்தண்டுறையின் (Coleoptile) பாரங்கைமா செல்களின் நுனிப் பாகங்களில் இருக்கின்ற செல்லுறைகள், மற்ற பாகங்களில் இருப்பதைவிட மிக மெல்லியதாகவும், மிகக் குறைந்த அளவிற்கு மைக்ரோஃபைபிரில்களைப் பெற்றும் இருப்பதாகக் கண்டறிந்தார். இந்த உண்மையின் அடிப்படையில், சிந்தித்துப்பார்க்கும்பொழுது, புரோட்டோபிளாஸ்ட், நுனிப்பாகத்தில் பரவலாக அமைந்திருக்கின்ற மைக்ரோஃபைபிரில்களினூடே சென்றடைவதனால், புதிதாக வளர்ச்சி ஏற்படுகின்றது என்று தெரிகின்றது. செல்லுறை வளர்ச்சி நுனிப்பாகங்களில் மட்டும் புரோட்டோபிளாஸத்தினலேற்படுகின்ற காரணத்தினால், இதற்குப் புரோட்டோபிளாஸ்மிக் நுனி வளர்ச்சி எனப்பெயர் வந்தது. இந்த வளர்ச்சி முறையைப் பாரங்கைமா செல்களில் மட்டுமல்லாமல், வேர்த்தூவிகளிலும், (root hairs) மகரந்தக் குழாய்களிலும் (pollen tubes) காணலாம்.

(3) **சேர்க்கைத் தீவுகள்** (Islands of synthesis): இந்தக் கொள்கையை முதன் முதலாக, பிரஸ்டன், குய்ப்பர் (Preston & Kuyper, 1951) என்பவர்கள் 1951 ஆம் ஆண்டில் வெளியிட்டார்கள். இந்தக் கொள்கையை ஒரு வகையில் பார்க்கப்போனால், இது மொஸெய்க் வளர்ச்சி முறையை ஒத்திருக்கின்றது என்று கூறலாம். இவர்களிருவரும், குடுவைப்போல் கடலில் காணப்படுகின்ற **வலோனியா** (Valonia) என்னும் ஆல்காவின் செல்லுறை உட்புறத்தில், சிறுசிறு தீவுகள் போன்று, ஸைட்டோபிளாஸம் திரள்கள் 1-3 மைக்ரானளவிற்கு அங்குமிங்குமாகக் காணப்பட்டன. ஆதலால், இந்த ஸைட்டோபிளாஸ்மிக் திரள்களினால் புதிதாக மைக்ரோஃபைபிரில்கள் உண்டாகின்றன என்றும், பிறகு இந்த மைக்ரோஃபைபிரில்களினால் செல்லுறை வளர்கின்றது என்றும் இவர்களால் கூறப்பட்டது.

(4) **பல்வலை வளர்ச்சி** (Multinet growth): இந்தக் கொள்கை ஏறக்குறைய எல்லோராலும், ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டதாகும். இதை ரிலோஃப்ஸென், ஹௌவிங்க் (Roelofsom & Howwink, 1953) என்பவர்கள் 1953 ஆம் ஆண்டில் அறிவித்தார்கள். இந்தக் கொள்கைக்கு அடிப்படை ஆதாரமாக, இவர்கள் முதன்முதலில் 'கோஸிப்பியும்' (Gossypium) என்ற செடியின் வளர்ந்து கொண்டிருக்கின்ற கேசங்களில், பல்வலை வளர்ச்சி மூலம் செல்லுறை வளர்கின்றது என்பதைக் கண்டறிந்தார்கள். கேசங்களின் பிரைமரி செல்லுறையின் வெளிப்பரப்பில் மைக்ரோஃபைபிரில்கள் நெகிழ்ச்சியுற்ற நிலையிலும் ஏறக்குறைய அவையெல்லாம் உயரப் போக்கிலும் அமைந்திருக்கின்றன. ஆனால், அதேசமயத்தில், செல்லுறையின் உட்பரப்பில், அவை அடர்த்தியாகவும், சிறிது நெருக்கமாகவும்,

குறுக்குவாட்டிலும் அமைந்திருக்கின்றன. (படம் 10.13) இந்த உண்மையிலிருந்து, அவை அறிந்து கொண்டது என்னவென்றால், செல்லுலோஸும், செல்லுலோசற்றப் பொருள்களும், செல்லுறையின் உட்பரப்பில், குறுக்கு வாட்டில் படிகின்றன என்றும், செல் வளர்ச்சி மேற்கொண்டு ஏற்படுவதன் மூலம், இவற்றின் அமைப்பு முறை, குறுக்குவாட்டிலிருந்து மாற்றமடைந்து, இறுதியில், உயரப் போக்கில் இழுக்கப்பட்டு (வளர்ச்சியின் காரணமாக) அமைகின்றன என்பதாகும். இந்தக் கொள்கையின்படி, மிகப் பழைய அதாவது முதன்முதலில் உண்டான மைக்ரோஃபைபிரில்கள் வெளிப்புறமும் புதிதாக அப்பொழுதுக்கப்பொழுது தோன்றுகின்றவை, செல்லின் உட்புறமாகவும், அமைந்திருக்கின்றன என்று கூறப்படுகின்றது. இதுபோன்ற வளர்ச்சி முறையும், இதனால் ஏற்படுகின்ற செல்லுறை அமைப்பையும் பார்க்கும் பொழுது, இது பல அடுக்குகள் கொண்ட மீன் வலையைப் போன்று காணப்படுவதிலிருந்து இந்தக் கொள்கைக்குப் பல்வலை வளர்ச்சி என்று பெயர் கொடுக்கப்பட்டது. இந்தக் கொள்கையை நன்கு புரிந்து கொள்வதற்கு மற்றொரு உவமையும் கூறலாம். அதாவது, புதிதாகச் சேகரிக்கப்பட்ட, ஆல்காவின் இழைகளை, கண்ணாடிப் பரப்பின் மேல் படியும்படிச் செய்தால், அவை வொவ்வொன்றும் ஒன்றின் மேலொன்று வழுக்கி, நெகிழ்ந்து, இறுதியில் ஏதாவதொரு சிக்கலான அமைப்புடன் அவை அமைந்திருப்பதை நாம் கண்கூடாகப் பார்க்கலாம். இதில் வொவ்வொரு ஆல்காவின் இழையும், ஒரு மைக்ரோஃபைபிரிலுக்கு ஒப்பிடலாம்.

மேலே விவரிக்கப்பட்ட நான்கு கொள்கைகளையும், ஒப்பிட்டுச் சீர்தூக்கிப் பார்க்கும் பொழுது, சில பொதுப்படையான உண்மைகள் தெளிவாகின்றன. அவையாவன :

(1) செல்லுறை வளர வளர புதிதாகச் செல்லுறைப் பொருள் தோன்றி அப்பொழுதுக்கப்பொழுது செல்லுறையுடன் சேர்க்கப்படுகின்றது.

(2) செல்லுரைப் பொருள் படிதல், செல் பரப்பு முழுவதும் ஒரே விதமாக ஏற்படுகின்றது மட்டுமல்லாமல், தடிப்புற்ற பகுதிகளிலும் கூட அதே விதமாக ஏற்படுகின்றது.

(3) செல்லுறை அடுக்குகளின் எண்ணிக்கை மாறாமல், அனேகமாக, நிரந்தரமாகக் காணப்படுகின்றது. இந்த நிலையைக் காப்பாற்றுவதற்கான ஒரு வித சக்தி ஒவ்வொரு செல்லுறை முழுவதும் நிகழ்ந்துகொண்டிருக்க வேண்டும் என்று ஊகிக்கப்படுகின்றது.

மைக்ரோஃபைபிரில் சேர்க்கை Microfibril synthesis) : செல்லுறை உண்டாகுதல். ஸைட்டோ பிளாஸமும், செல்லுறையும் சேருகின்ற இடைப்பகுதியில் தோன்றுவதாக ஒரு காலத்தில் கருதப்பட்டது. ஆனால், சமீப காலத்தில், செல்லுறைப் பொருளான மைக்ரோஃபைபிரில் சேர்க்கை, புரோட்டோபிளாஸத்திலிருந்து சிறிது தூரத்தில் உண்டாவதாக மோல்டுகளிலும், (moulds) வேறு சில உதாரணங்களிலும் எடுத்துக் காட்டப்படுகின்றது. (Muhlethalar, 1961) இவ்வாறு உண்டாகின்ற ஃமைக்ரோபைபிரில்கள் அனேகமாக ஒன்றுடனொன்று நெய்யப்பட்டுக் காணப்படுகின்றன. இந்த வகையான அமைப்பிலிருந்து தெரிவது என்னவென்றால், மைக்ரோஃபைப்பிரில்கள் எல்லாம் ஸைட்டோபிளாஸம், செல்லுறை இடைப்பகுதியில் மட்டும் தோன்றுவதில்லை என்றும், மேலும், அவை ஏற்கனவே உண்டாகி இருப்பவைகளின் நுனிகளுடன் புதிதாக உண்டாகின்றவைகளின் நுனிகள் சேருகின்றன என்றும் கூறப்படுகின்றது.

ஒவ்வொரு மைக்ரோஃபைப்பிரில்லின் சேர்க்கை முறை (synthetic system) யில் பின்வரும் நிகழ்ச்சிகள் ஏற்படுகின்றன. அவையாவன :

(1) நுனிச் சேர்க்கையினால் (end synthesis) மைக்ரோஃபைப்பிரில்களை உண்டாக்குதல். அதாவது, ஏற்கனவே இருக்கின்ற செல்லுலோஸ் பரமாணுவினுடன் புதிதாக உண்டாகின்ற பரமாணு சேர்வது.

(2) இந்த வகையில் ஏற்படுகின்ற மைக்ரோஃபைப்பிரில் சேர்க்கை செல்பரப்பு முழுவதும் நிகழ்வது.

(3) மைக்ரோஃபைப்பிரில்களை மூன்று திசைகளில் உண்டாக்குவதும், அவையெல்லாம் ஒன்றன் பின் ஒன்றாகவோ அல்லது ஒரே காலத்திலோ உண்டாவதுமாகும்.

மைக்ரோஃபைப்பிரில்களின் ஒட்டமைப்பு (orientation) பின்வரும் வகைகளில் ஏதாவதொரு முறையில் ஏற்படலாம். அவையாவன :

(1) ஸைட்டோபிளாஸத்தின் ஓட்டத்தினால் ஏற்படக்கூடும். (Non Iterson, 1937).

(2) டர்கர் அமுக்கத்தினால், (turgor pressure) செல்லுறை விரிவடைவதனால் உண்டாகலாம்.

(3) சைட்டோபிளாஸத்திற்கு வெளிப்புறம் அமைந்திருக்கின்ற கதிர் நார்களின் தன்மைகளைப் பெற்றுள்ள புரதங்களினால் ஏற்படலாம். (green, 1962).

(4) செல்லுரையிலிருக்கின்ற மைக்ரோஃபைப்பிரில்களின் ஒட்டமைப்புக்குத் தக்கவாறு, நுண் குழல்கள் இணைப்போக்கில் அமைந்திருப்பதனால் உண்டாகலாம். (Ledpetter, 1965).

அடிப்படைப் பொருள் படிதல் (Deposition of matrix substances): மேலே விவரித்தபடி, மைக்ரோஃபைப்பிரில்கள் உண்டாகின்ற விதமும், அவற்றின் அமைப்பு ஒட்டம் எவ்வாறு ஏற்படுகின்றது என்பதைக் குறித்தும், மாறுபட்ட கருத்துகள் இருந்த போதிலும், செல்லுறைகளில் காணப்படுகின்ற ஹெமி ஸெல்லுலோஸ்கள், பெக்டின் போன்ற அடிப்படைப் பொருள்களும், லிக்னின் என்ற ஊடுருவும் பொருளும் எவ்வாறு உண்டாகி, அவை செல்லுறைகளில் படிகின்றன என்பதைக் குறித்து, சிறிது ஆராய்வோம். கோல்கி அமைப்புகள் பாலிஸாக்கரைட்களைச் சுரக்கின்றன. இந்த பாலிஸாக்கரைட்கள், செல்களில் அங்குமிங்குமாகச் சென்று இறுதியில், பிளாஸ்மாலெம்மாவையும், அதற்கு வெளிப்புறமாக அமைந்திருக்கின்ற செல்லுறையையும், சென்றடைகின்றன. பாலிஸாக்கரைட்களும், வேறு சில செல்லுறைப் பொருள்களும், 20-40 நா.மீ. அளவிலுள்ள பல நுண் துவாரங்களின் வழியாகச் சென்றடைகின்றன. இந்த நுண் துவாரங்கள் எல்லாச்செடி வகைகளின் செல்களிலும் காணப்படுவதாக இருந்தால், செல்லுறைப் பொருள்களும், நீரும் செல்லுறை வழியாக ஒரு ஒழுங்கான முறையில் கடத்தப்படுகின்றது என்று கூறலாம்.

5 6 குழிகள் (Pits)

குழிகள் செல்லுறைகளில் காணப்படுகின்றன. இவற்றை மூன்று பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவையாவன :

(1) பிரைமரி குழிப் பகுதிகள் (primary pit fields)

(2) எளிய குழிகள் (simple pits)

(3) வரையுற்ற குழிகள் (bordered pits).

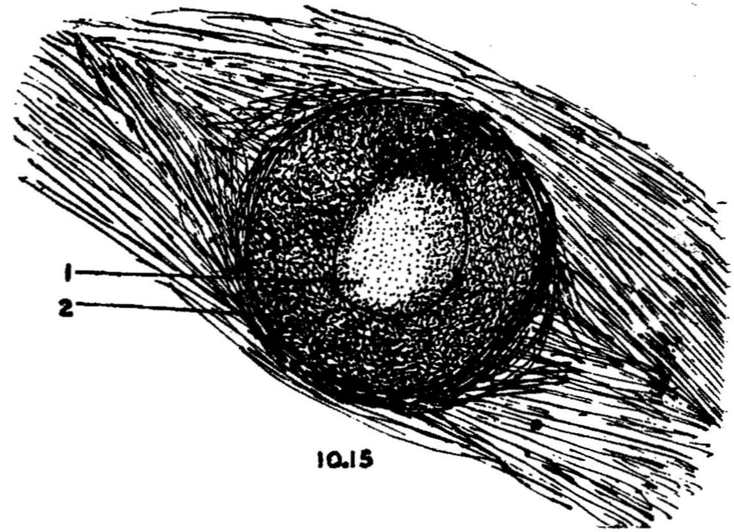
இவற்றில் முதல் வகை பிரைமரி செல்லுறையைப் பெற்றிருக்கின்ற செல்களிலெல்லாம் காணப்படுகின்றன. மற்ற இரு வகைகளும், பிரைமரி செல்லுறையுடன் செகண்டரி செல்லுறைகளைப் பெற்றிருக்கின்ற செல்களில் மட்டும் காணப்படுகின்றன. சாதாரண

மாக, எளிய குழிகள், பிரைமரி குழிப்பகுதிகள் உண்டாகி இருக்கின்ற இடங்களில் தோன்றும். ஆனால், இதற்கு மாருக, பிரைமரி குழிப்பகுதிகள் அற்ற வேற்றுஇடங்களில் உண்டாகலாம், அல்லது ஒரு பிரைமரி குழிப் பகுதியுள்ள இடத்தில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட குழிகளும் உண்டாகக் கூடும். அல்லது பிரைமரி குழிப் பகுதிகள், செகண்டரி செல்லுறைகள் உண்டாவதன் மூலம் அடைபட்டுப் போவதுமுண்டு.

ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களின் (angiosperms) குழிகளில், பிரைமரி செல்லுறை மேற்கொண்டு எந்த வகை மாற்றமும் அடையாமல், குழி மெம்ப்ரேனாக (pit membrane) அமைந்து செயல்படுகின்றது. (படம் 10.12) ஆனால் ஜிம்னோஸ்பர்ம்களிலும், (gymnosperms) குறிப்பாக கோனிஃபர்களில் (conifers) பிரைமரி செல்லுறையின லான குழி மெம்ப்ரேன் பின் விவரிக்கப்படுகின்ற முறையில் தடிப் புற்று டோரஸ் (torus) என்று செல்லப்படுகின்ற பகுதியாக மெம்ப் ரேன் மையத்தில் உண்டாகின்றது. (படம் 10.15) இந்த டோரஸ் என்ற பகுதியைச் சுற்றிலும், ஆரப்போக்கில் (radial direction) அமைந்திருக்கின்ற அதிகப்படியான மைக்ரோ பைப்பிரில்கள் வலுப்படுத்துகின்றன. (10.14). தடிப்பு அற்று டோரஸைச் சுற்றி அமைந்திருக்கும் இந்தப் பாகத்திற்கு மார்கோ (margo) என்று பெயர். (Frey-Wyssling, 1959) டோரஸ் லிக்னிணைப் பெற்றிருக் கின்றதா இல்லையா என்பது பற்றி கருத்து வேற்றுமை இருந்து வருகின்றது. மேலும், ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களின் குழி மெம்ப்ரேனைப் போலல்லாமல் ஜிம்னோஸ்பர்ம்களின் குழிமெம்ப்ரேன்கள் ஏறக் குறைய 0.3 மைக்ரான் குறுக்களவைப் பெற்றுள்ள ஏராளமான நுண் துவாரங்களைப் பெற்றிருப்பது குறிப்பிடத் தக்கதாகும்.

சைட்டோமிக்டிக் கால்வாய்கள் (cytomictic channels): மேலே விவரித்தபடி, இரு செல்களுக்கிடையில் தொடர்புகள் குழிகளின் வாயிலாகவும், பிளாஸ்மாடெஸ்மாட்டாவினாலுமே ஏற் படுகின்றன, என்று தெரிந்துகொண்டோம். இருந்த போதிலும், இவற்றால் மட்டும், இரு செல்களுக்கிடையே சைட்டோபிளாஸத் தின் தொடர்பு ஏற்படுத்துவதற்குப்போதாது. ஆதலால், இவற் றைத் தவிர்த்து மற்றொரு வகையிலும் தொடர்பு ஏற்படுகின்றது என்பதாக 1911 ஆம் ஆண்டில் கேட்ஸ் (gates, 1911) என்பவர் கண்டறிந்தார். இவற்றிற்கு, சைட்டோமிக்டிக் கால்வாய்கள் அல்லது பிளாஸ்மா கால்வாய்கள் என்ற பெயர் கொடுக்கப்பட்டது. இந்தக் கால்வாய்கள் இரு செல்களின் சைட்டோபிளாஸம் ஒன்றுடனென்று தொடர்பு கொள்வதற்கும் அல்லது கலப்பதற்கும் பயன்படுவதனல், இவற்றிற்கு இப்பெயர் கொடுக்கப்பட்டது.

இவை பிளாஸ்மோடெஸ்மாட்டாவினுல் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன என்பதற்கும், தோற்றுவிக்கப்படவில்லை என்பதற்கும், தகுந்த சான்றுகள் இருக்கின்றன. இந்தக் கால்வாய்களின் அகலம் 1·5 மைக்ரான்கள் வரை காணப்படுவதிலிருந்து, இவை இயற்கையாகவே காணப்படுகின்ற உண்மையான அமைப்புகளென்றும் கூற முடிகின்றது. செல் பிரிதல்கள் ஏற்படும்பொழுது, குறிப்பாக மெயோஸிஸ் (meiosis) ஏற்படுகின்ற செல்களுக்கிடையே பொருள்களின் போக்குவரத்து ஸைட்டோமிக்டிக் கால்வாய்களின் வழியாக ஏற்படுகின்றது என்று விளக்கியிருக்கின்றுர்கள். (Heslop-Harrison, 1964, 1966; Weiling, 1965). மேலும், இவை சல்லடைக் குழாய்களில் காணப்படுகின்ற சல்லடைத் துவாரங்கள் (sieve



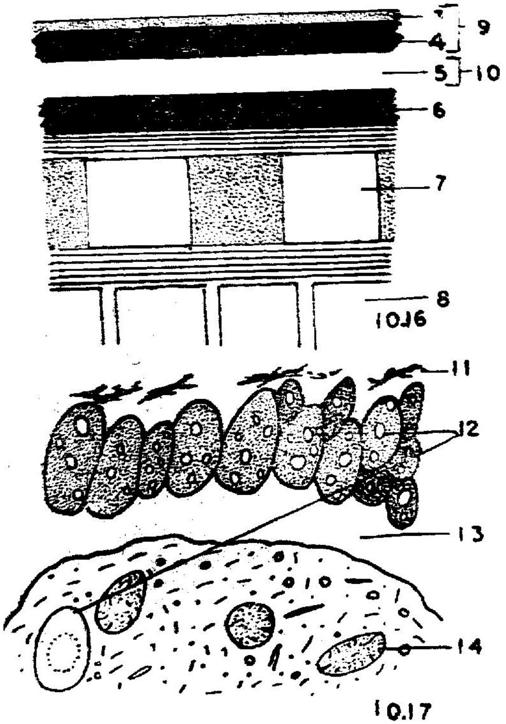
படம் 30.

10-15. ஸுடோத்ஸுகா (pseudotsuga)வின் வரையுற்ற தழியின் மேற்பரப்புத் தோற்றம்.

pores) போன்று இருக்கின்றன என்றும், அதே சமயத்தில் பிளாஸ்மோடெஸ்மாட்டாவிலிருந்து வேறுபடுகின்றன என்றும் தெரிகின்றது. (weiling, 1965). இது போன்ற துவாரங்கள், இலைத்துளைகளின் (stomata) பாதுகாப்புச் செல்களில் (guard cells) காணப்படுகின்றன என்று எ.மை. மூலம் சமீப காலத்தில் அறிவிக்கப்பட்டுள்ளது. (Brown & Johnson, 1962).

5.7 பரப்புகள் (surfaces)

எங்கெங்கு செல்கள் வெளிப்புறச் சூழ்நிலைகளுக்கு உட்படுகின்றதோ. அதாவது நிலத்தில் வாழும் எல்லாத் தாவரங்களின் வெளிப்புற மேற்பரப்புகள். குறிப்பிடத்தக்க அளவிற்குப் பல வகையான மாற்றங்களுடன் காணப்படுகின்றன. இம்மாற்றங்களில் மிக முக்கியமானதாகக் கருதப்படுவதும். காணப்படுவதும்



படம் 31.

10-16. கூட்டிக்கிலின் குறுக்கு வெட்டை போலரைஸ்ட் வெளிச்சத்தில் நோக்கும்பொழுது புலனாகின்ற உள்ளமைப்பும் தோற்றமும்.

10-17. பீஸாம் (pisum) கீலாக்ரகம் அல்லது சூலக முடியின் எ. மை தோற்றம்.

10-15 —10-17 1 டோரஸ்; 2. மைக்ரோஃபைப்ரில்கள்; 3. கூட்டிக்கிலின் மேற்பரப்பு மெழுகு; 4 கூட்டிக்கில்; 5. மெழுகு பொதிந்த கூட்டினுலான செல்லுறை; 6. பெக்டின் அடுக்கு; 7. புறத்தோல் செல்; 8. பாலிஸேட் அடுக்கு; 9. கூட்டிக்கிலானுலான; 10. கூட்டினுலான அடுக்கு; 11. கிழிக்கப்பட்ட கூட்டிக்கில்; 12. சுரக்கப்பட்ட திரவத்துளிகள்; 13 செல்லுறை; 14. மைட்டோக்காண்டிரியான்.

கூட்டிகில் (cuticle) என்று சொல்லப்படுகின்ற அடுக்காகும். இந்தக் கூட்டிகில் செல்லுறையின் வெளிப்புறத்தின் மேற்பரப்பிற்கும், காற்றுக்கும் இடையே ஏற்படுகின்றது. கூட்டிகில் செடிகளின் சிற்றினங்கள் (species), பேரினங்கள் (genera) குடும்பங்கள் (families) முதலியவைகளைப் பொறுத்து, மிகவும் தடிப்புற்றோ அல்லது ஒரு மெல்லிய அடுக்காகவோ, அல்லது இந்த நிலைகளுக்கு இடைத் தரப்பட்ட நிலையிலோ தோன்றக்கூடும். ஆகவே, கூட்டிகில் இல்லாத காற்று வெளி சம்பந்தப்பட்ட பாகங்களைப் பார்க்க முடியாது என்பது தெளிவாகின்றது. இந்த, உண்மையை இன்னும் மிகைப் படுத்திக் கூறவேண்டுமானால், இதற்கு உதாரணமாக ஒவ்வொரு உறுப்பும், தோன்றும் தொடக்க நிலையிலேயும் கூட, அதாவது குருத்தாக இருக்கும் பொழுதே, கூட்டிகில் நிலையிலேயும் ஒருதொடர்ச்சியான மெல்லிய மெம்ப்ரேன் போல் உண்டாகி விடுகின்றது. கூட்டிகில் என்ற அடுக்கில் பல உள் அடுக்குகளடங்கியிருக்கின்றன. இதன் உள் அடுக்குகள் படிப்படியாக ஒன்றுடனொன்று இணைந்து காணப்படுகின்றது.

ஒவ்வொரு புறத்தோல் செல்லினுடைய செல்லுலோஸ் செல்லுறை, அனேகமாக செகண்டரி தடிப்புத்தன்மையற்றிருக்கும். ஆனால், வறட்சிப் பிரதேசச் செடிகளின், புறத்தோல் செல்களின், செல்லுலோஸ் செல்லுறை தடிப்புற்றும், லிக்னினைப் பெற்றுமிருக்கும். எப்படியிருந்த போதிலும், செல்லுலோஸ் செல்லுறைக்கு வெளிப் புறமாகப் பெக்டின் என்ற பொருளினாலான ஒரு அடுக்கு உண்டாகின்றது (படம் 10·16). இது புறத்தோல் செல்களுக்கு இடைப்பட்ட நடு அடுக்குடன் (middle lamella) தொடர்ச்சியுற்றுக் காணப்படுகின்றது. இந்த பெக்டின் அடுக்கு எவ்வாறு உண்டாகின்றது என்பதைக் குறித்துச் சரிவரத் தெரியவில்லை. பெக்டினைத் தவிர, எண்ணெய் (oil), சாக்கரைப் பொருள்கள்(sugars), அமினோ அமிலங்கள் (amino acids) போன்ற பொருள்களும் அதிக அளவில் பெத்தூனியா (petinia) செடியின் சூலாக்ரகத்தின்னுடைய (stigma) வெளுப்புறச் செல்களில், காணப்படுகின்றன. (படம் 10·17). இவற்றின் சேமிப்பு மேன்மேலும் அதிகரிக்கும் பொழுது கூட்டிகில் செதில்கள் போன்று உரிந்து விடவும் கூடும்.

கூட்டிகிலை, போலரைஸ்ட் ஒளியின் மூலம் பார்க்கும் பொழுது அதில் பொதுவாகக் காணப்படுகின்ற உள்ளடுக்குகளைப் படத்திலிருந்து தெரிந்து கொள்ளலாம் (படம் 10·10) செல்லின் செல்லுலோஸ் செல்லுறையை அடுத்து வெளிப்புறமாக பெக்டின் அடுக்கு காணப்படுகின்றது. இந்த அடுக்கிற்கு வெளிப்புறமாகக்

கூட்டினும், மெழுகும் கலந்த ஒரு அடுக்கு காணப்படுகின்றது. இதையடுத்து, கூட்டிகில் என்ற அடுக்கும், இந்த அடுக்குகள் எல்லாவற்றிற்கும் வெளிப்புறமாக மெழுகினுலான அடுக்கும் உண்டாகியிருப்பதைப் பார்க்கலாம். (படம் 10·16). கூட்டினும், மெழுகும் கலந்திருக்கின்ற அடுக்கிற்கு கூட்டின் அடுக்கு என்று பெயர். கூட்டிக்கிலும், வெளிப்புறமாக இருக்கின்ற மெழுகு அடுக்கும் ஒன்று சேர்ந்து கூட்டிக்கில் அடுக்கு உண்டாகின்றது. சில வேளைகளில், செல்லுறைகள், கூட்டினை மட்டும் பெற்றிருக்கும் பொழுது, அவற்றைக் கூட்டினுலானவை என்றும், க்யூட்டினை மட்டும் பெற்றிருக்கும் பொழுது, அவை கூட்டிகிலானவை என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. கூட்டிகில் மேலே கூறியபடி நுனி ஆக்குத்திசுவின் மேற்பரப்பிலும், இலைத்தூவிகளின் செல்களிலும், இலைத்தூவிகளுக்கு உட்புற அல்லது குழிகளிலும் அறைகளிலும் (sub - stomatal chambers or cavities) உண்டாகி இருக்கக் கூடும். சில சமயங்களில், இலையின் உட்புறமாக இருக்கின்ற இலை இடைத்திசு (mesophyll) செல்கள், செல்லிடைப்பட்ட காற்று வெளிகளுடன் (intercellular air spaces) தொடர்புற்றருக்கின்ற பொழுது, அவற்றின் மேற்பரப்பிலும், கூட்டிகில் தோன்றியிருக்கக் கூடும். கூட்டினுலான அடுக்கில் கலந்து இருக்கின்ற மெழுகு, சிறு உருளைத்துண்டுகள் போன்றும் தட்டுகள் போன்றும் காணப்படுகின்றது. ஆனல், கூட்டிகிலுக்கு வெளிப்புறமாக இருக்கின்ற மெழுகு ஸ்படிகத் தன்மையைப் பெற்று அதிக அளவில் உண்டாகியிருப்பதைப் பார்க்கலாம். இந்த வகையாக ஸ்படிகத் தன்மையைப் பெற்று, கூட்டிகிலுக்கு வெளிப்புறமாக அமைந்திருக்கின்ற மெழுகு சில செடிகளின் இலைகள், காய்கள் கனிகள் முதலியவற்றிற்கு ஒரு வகையான வெண்மையான நிறத்தையோ, அல்லது சாம்பல் போன்ற நிறத்தையோ கொடுக்கின்றது. மேலும் இதைப் பெற்றிருக்கின்ற உறுப்புகள் ஓரளவிற்கு நணையாமலிருக்க ஸ்படிகத்தன்மையுள்ள மெழுகு, எண்ணெய் போன்ற அடுக்கைப் பெற்றிருக்கின்றது. கூட்டிக்கிலுக்கு மேற்புறமாக, உர்ஸோலிக் அமிலம் (Ursolic acid) புரதங்கள், சர்க்கரைப் பொருள்கள், எண்ணெய் வகைகள். ஃபிலாவனுய்ட்கள் (flavanoids) முதலியவைகயெல்லாம் கூட புறத்தோல் செல்களின் மேற்பரப்பிற்கு, உயர்ந்த நிலையடையாத (unspecialized) செல்களின் கூட்டிக்கில் வழியாகவும் சென்றடைகின்றன. இது போல், செடிகளின், உயர்ந்த நிலை அடைந்த பாகங்களான நீர்ச் சுரப்பிகள் (hydathodes), தேன் சுரப்பிகள் (nectaries), சுரப்பிகள் (glands), கிலாக்கிரகங்கள் (stigmas) வழியாகவும் மேற்கூறப்பட்ட பொருள்கள் வெளிப்படக் கூடும், இவ்வாருக, கூட்டிகிலில் காணப்படுகின்ற அளக்கப் பொருள்கள் வேறுபடுவது போல்,

செடிகளின் வெவ்வேறு உறுப்புகளில் இருக்கின்ற கூட்டிகிலில் வியக்கத்தக்க அளவிற்கு, எண்ணிலடங்காத வெவ்வேறு விதமான தோற்றங்களுடன் அமைந்திருப்பதை எ. மை மூலம் பார்க்கலாம் (படங்கள் 10·1 - 10·6). இந்தத் தோற்றங்களின் அடிப் படையில், தாவர இனங்களையும், அவற்றின் பாகங்களையும் கூட கண்டறிய முடியும்.

கூட்டிகிலின் வெவ்வேறு அடுக்குகள், நீருடன் உறவு கொள்ளும் வகையில், அவை ஒவ்வொன்றும் வேறுபடுகின்றன. உதாரணமாக, செல்லுலோஸ், பெக்டின் அடுக்குகள் நீருடன் சேருகின்ற தன்மையை (hydrophilic) அதிக அளவில் பெற்றிருக் கின்றன. ஆனால், இந்த அடுக்குகளை அடுத்து வெளிப்புறமாக இருக்கின்ற கூட்டின் அடுக்கு மேற்கூறப்பட்ட தன்மையைப் பொறுத்த மட்டில், நடுநிலைமையோ (neutral) அல்லது சிறிதளவிற்கு நீரை வெறுக்கக் கூடிய தன்மையையோப் (hydropholic) பெற்றிருக்கின்றது. இந்த வகையில் எல்லா அடுக்குகளுக்கும் வெளிப்புறமாக அமைந்திருக்கின்ற மெழுகு அடுக்கைக் கவனிப்போமானால், இது முற்றிலும் நீரை வெறுக்கக் கூடிய தன்மையைப் பெற்றிருக்கின்றது. இவ்வாறாக, ஒவ்வொரு அடுக் கிலும், நீருடன் உறவு கொள்கின்ற தன்மை படிப்படியாகக்குறைந்து இறுதியில் நீரை வெறுக்கக் கூடிய தன்மையைக் காண்கிறோம்.

கூட்டிகில் அடுக்குகள் உண்டாகும் முறை (Formation of cuticular layers): இவை உண்டாகின்ற முறையைக் குறித்துப் பல்வேறு அபிப்பிராயங்கள் அறிவிக்கப்பட்டுள்ளன. செல்லுறைகளில் காணப்படுகின்ற எக்டோடெஸ்மட்டா (ectodesmata) போன்றவைகளின் வாயிலாக, கூட்டினும், மெழுகுகளும் பல சந்தர்ப்பங்களில் பட்டு இந்த அடுக்கு உண்டாகின்றது. இந்தக் கருத்து ஒத்துக் கொள்ளக் கூடியதாக இல்லை. ஏனென்றால், குழிகளும், எக்டோடெஸ்மாட்டாவும், கூட்டிக்கில் அடுக்குகள் வரை பரவிக் காணப்படுவதில்லை. மேலும், தற்காலத்து ஆராய்ச்சி களின் முடிவின்படி, எக்டோடெஸ்மாட்டா, சைட்டோபிளாஸ்மிக் தொடர்பை ஏற்படுத்துகின்றது, என்று இதுவரையிலும் நம்பப் பட்டு வந்த கருத்திற்கு மாறாக அவை குறைக்கக் கூடிய சக்தியைப் பெற்றுள்ள பகுதிகளென்று தெரிகின்றது. ஆகையினால், எக்டோடெஸ்மாட்டா கடத்தல் செயலில் ஈடுபட முடியாது என்று கருதப்படுகின்றது. ஆனால், ஸ்படிக இயல்பைப் பெற்றிருக்கின்ற அடிப்பரப்பில் நுண் கால்வாய்கள் (canals) காணப்படுவதிலிருந்து, கூட்டிகலுக்கு மேற் பரப்பில் இருக்கின்ற மெழுகு இவற்றின் வழியாகச் செல்லக் கூடும் என்று கூறப்படு

கின்றது. (Hall, 1967). இந்தக் கருத்து ஒரு வகையில் ஒத்துக் கொள்ளக் கூடியதாக இருந்தாலும், நுண் கால்வாய்கள் தொடர்ச்சியாக கூட்டிகில் அடுக்குகள் ஒவ்வொன்றின் வழியாகச் சென்று, இறுதியில் மெழுகு அடுக்கை அடைகின்றது. என்று இதுகாறும் எடுத்துக் காட்டப்படவில்லை. மேலும், சில சந்தர்ப்பங் களில், மெழுகும், இதன் உட்பொருள்களும், தனிப்பட்ட முறை களில் பரவக் கூடும் என்று விளக்கப்பட்டிருப்பதிலிருந்து நுண் குழாய்களிருப்பதாக அவசியமில்லாமல் போகின்றது. Bisson, Vansell & Dye, 1940)

மகரந்தத் தூள்களின் பரப்புகள் (pollen grain surfaces)

மகரந்தத்தூளின் செல்லுறை ஸ்போரோடெர்ம் (sporoderm) என்றழைக்கப்படுகின்றது. இதை இரு பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். வெளிப்புறம் அமைந்திருப்பதை எக்ஸைன் (exine) என்றும், இதனுட்புறமிருப்பதை இன்டைன் (intine) என்றும் இரு பகுதிகள் அடங்கியிருக்கின்றன. இந்த இரு பகுதிகளும், அவையவைகளின் அடக்கப் பொருள்களைப் பொறுத்து ஒன்று மற்றென்றிலிருந்து வேறுபடுகின்றது. உதாரணமாக, எக்ஸைனில், லிப்பிட் (lipid), லிக்னின், தனிப்பட்ட சர்க்கரைப் பொருளான ஸ்போரோ பொல்லின் (sporopollenin) அடங்கியிருக்கின்றன, ஆனால், இன்டைனிலோ, சர்க்கரைப் பொருள்களான செல்லுலோஸ், காலோஸ் (Callose). சில வேளைகளில், பெக்டினும் கலந்து காணப் படுகின்றன. சாதாரணமாக, கூட்டினில் காணப்படுகின்ற அடுக்கு கள் போன்று எக்ஸைனிலும். அடக்கப் பொருள்களைப் பொறுத்து வேறுபடுகின்ற பல அடுக்குகள் இருக்கின்றன, இந்த அடிப் படையில், மகரந்தத்தூள்களின் செல்லுறையைக் குறித்து ஆராயும் பொழுது, அது மிகவும் சிக்கலானதொரு அமைப்பைப் பெற்றிருப்பதையும், எண்ணிலடங்காத அளவிற்குப் பல வகையான தோற்றம், வடிவம், அமைப்பு அளவு போன்றவை களைப் பெற்று அவை முறையே வேறுபடுகின்றன. இந்த அளவிற்கு வேறுபாடுகளுடனும், சிக்கலான அமைப்புகளுடனும் காணப்படுகின்ற எக்ஸைன், இன்டைன் எவ்வாறு தோன்று கின்றன. அவற்றின் அமைப்பு வேறுபாடுகள் எவ்வாறு உண்டா கின்றன என்பதைக் குறித்து சிறிது ஆராய்வோம். மகரந்தத் தூள்கள் உண்டாகும் பொழுது, அவற்றைச் சுற்றிக் காணப்படு கின்ற டெப்பீட்டம் செல்களினாலும் (tapetum cells), மகரந்தத் தூள்களினாலும் மேற்கூறப்பட்ட இயல்புகள் தோன்றுகின்றன. என்று தெரிகின்றது. ஆதலால், மகரந்தத்தூள்களின் செல்லுறை களில் காணப்படுகின்ற எண்ணற்ற வேறுபாடுகளுடன் காணப்படு கின்ற இயல்புகளெல்லாம். அவற்றின் இருபக்கங்களிலுமிருக்கின்ற

காரணிகளினுல் (factors), ஏற்படுகின்றன. (அதாவது ஒரு பக்கத்தில், டெப்பீட்டம் செல்களும், மறுபக்கத்தில், அதனுட் புறத்திலிருக்கின்ற ஸைட்டேபிளாஸமும்), இப்பொழுது டெப்பீட்டம் செல்கள் எந்தெந்த வகைகளில் மகரந்தத் தூள்களின் செல்லுறைகளில், வேறுபாடுகளைப் புகுத்துகின்றன என்பதைக் குறித்துக் கவனிப்போம். ஒவ்வொரு டெப்பீட்டம் செல்லும், அடர்த்தியாக சாயத்தை எடுத்துக் கொள்ளக் கூடிய அமைப்புகள் ஏராளமாக இருக்கின்றன. இந்த அமைப்புகள் ஊபிஸ்க் அமைப்புகள் (ubisch bodies) அல்லது நுண் கோளங்கள் (spheroids) என்றழைக்கப்படுகின்றன. அவையெல்லாம் டெப்பீட்டம் செல்களின் பிளாக்மா லெம்மாவை அடுத்து அடர்த்தியாக அமைந்திருந்து கடைசியில், செல்களுக்கு வெளிப்புறமாகச் சென்று அமைகின்றன. இவற்றின் தோற்றம், சிற்றினத்திற்குத் தக்கவாறு, எக்சைனைப் போன்று அதிக அளவில் வேறுபடுகின்றது, இந்த ஊபிஸ்க் அமைப்புகள், மகரந்தத்தூள்கள் உண்டாகும் பொழுது எக்சைனை வந்தடைகின்றன என்று ஒரு சாராரும், இவை எக்ஸைனுடன் இணைவதில்லை என்று வேறு சிலரும் கருதுகின்ருர்கள். இந்த இருதரப்பட்ட கருத்துகளை ஆராயும் பொழுது, எக்னைனுக்கும் ஊபிஸ்க் அமைப்புளுக்கும், எந்த வகையான தொடர்பும் கிடையாது என்ற முடிவு ஒத்துக் கொள்ளக் கூடியதாக இருக்கின்றது, ஏனென்ருல், இந்த ஊபிஸ்க் அமைப்புகள் எவ்வாறு எக்சைனைச் சென்றடைகின்றன. என்ற உண்மை இன்னும் விளங்கப்படவில்லை.

மற்ருெரு ஆதாரத்தின் அடிப்படையில் பார்ப்போமானுல், ஸ்போரோடெர்ம் உண்டாகுதல், மகரந்தத்தூளின் புரோட்டோ பிளாஸத்திஞல், கட்டுப்படுத்தப் படுகின்றுது என்று தெரிகின்றது. முதிர்ச்சியடையாத மகரந்தத்தூளின், பிளாஸ்மாலெம்மாவிற்கு அருகில், 'எவ' இணைப்போக்கில் (parallel) அமையத்தொடங்குகின்றது. (Heslop-Harrison, 1963). 'எவ' இல்லாத பகுதிகளிலும், இவற்றுக்கிடைப்பட்ட பகுதிகளிலும், எக்சைன் அடுக்குகள் படிவது ஆரம்பமாகின்றது. இதனுல் 'எவ' உள்ள பகுதிகள் மெல்லியதாக இருந்து விடுகின்றது. வேறு வகையில் கூற வேண்டுமானுல், செல்லுறையின் மெல்லிய பகுதி 'எவ'விற்கு எதிர்புறமாகக் காணப்படுகின்றது. பிறகு, ஸ்போரோபொல்லினின் உண்டாவது ஊபிஸ்க் அமைப்புகளின் மெம்ப்ரேன் கூறினுலும், எக்சைனின் உள்பகுதிகளிலுள்ள மெம்ப்ரேன் கூறினுலும் ஏற்படுகின்றது.

5.8 செகண்டரி செல்லுறைகள் (Secondary cell walls)

முன்னர் அறிவித்தபடி, செகண்டரி, டெர்ஷியரி (tertiary) செல்லுறைகளெல்லாம், ஒரு செல் விரிவடைவது நின்ற பிறகு, உண்டாகின்றவைகளாகும்.

இரசாயன அமைப்பு (chemicel composition): செகண்டரி செல்லுறைகளின் அடிப்படை (matrix) சர்க்கரைப் பொருள் எப்பொழுதும், ஹெமிசெல்லுலோஸ்களாகக் காணப்படுகின்றன. பிரைமரி செல்லுறை வளர்ச்சி முடிந்து, செகண்டரி வளர்ச்சி தொடங்கும் பொழுது, கோல்கி அமைப்புகளில் காணப்படுகின்ற அடக்கப் பொருள்களான காலக்டான் (galactan), காலக்ட்யு-ரோனிக் அமிலம் (galacturonic acid), அராபினன் (arabinan), முதலியவை மாறி ஸைலான் (xylan), காலக்டோமான்னன் (galactomannan) ஆக மாறிவிடுகின்றன. இந்த மாற்றம் எப் பொழுது, எப்படி ஏற்படுகின்றது என்று புரிந்து கொள்ள முடிய வில்லை. மேலும், அடிப்படைப் பொருள்களுடன் ஸெல்லுலோஸின் விகிதத்தை ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும் பொழுது, பின்னதன் விகிதமும் தொடர்ந்து அதிகரிக்கின்றது. செகண்டரி செல்லுறையின் தடிப்புத் தன்மை, அனேகமாகப் படிதல் முறையில் (apposition method) ஏற்படுகின்றது. செல்லுறைகளில் காணப்படுகின்ற லிக்னின் கூட்டின், ஸீபரின், மெழுகு போன்ற இதர பொருள்கள், ஸைட்டோபிளாஸத்தினால் உண்டாக்கப்பட்டு, பிளாஸ்மலெம் மாவின் வழியாகச் செல்லுறையைச் சென்றடைகின்றன.

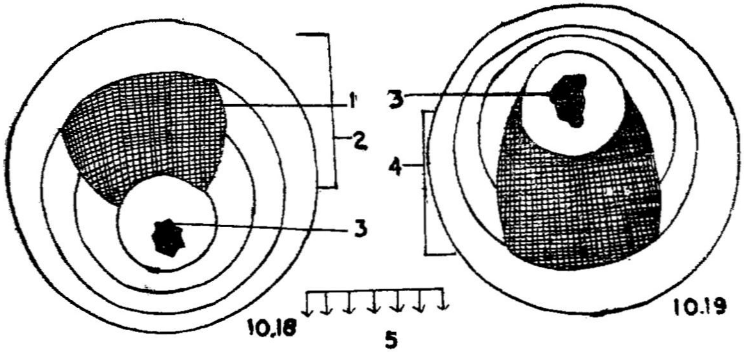
அமைப்பு (Structure): நார்கள் (fibres), டிராக்கீட்கள் (tracheids) ஆகியவற்றின் செகண்டரி செல்லுறையை, ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பின் மூலமும், எ. மை யின் மூலமும் பார்க்கும் பொழுது, அது சில அல்லது பல அடுக்குகளைப் (layers) பெற்று இருப்பதைப் பார்க்கலாம். ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பில் ஆராயும் பொழுது செகண்டரி செல்லுறைகள் அனேகமாக மூன்று அடுக்கு களுடன் காணப்படுகின்றன. இவை எல்லாவற்றிற்கும், வெளிப் புறமாகவும், பிரைமரி செல்லுறையை அடுத்து உட்புறமாகவும், அமைந்திருக்கின்ற செகண்டரி செல்லுறை அடுக்கை ஸெ. (S_1) அடுக்கு என்று, இதற்கடுத்தபடியாக அமைந்திருக்கின்ற அடுக்கை ஸெ$_2$ (S_2) அடுக்கு என்றும், இறுதியாகச் செல்லுறையை (lumen) அடுத்திருக்கின்ற அடுக்கை, ஸெ$_3$ (S_3) அடுக்கு என்றும் பெயரிடப் பட்டிருக்கின்றன, இந்த மூன்று அடுக்குகளில் ஸெ$_3$ (S_3) அடுக்கு சில சந்தர்ப்பங்களில் உண்டாகமலிருக்கக் கூடும். மேலும், ஒவ்வொரு அடுக்கும் மற்றொன்றிலிருந்து பல வகைகளில், குறிப்பாக, இரசாயன அடிப்படையிலும், மைக்ரோ ஃபைபிரில்கள்

ஒட்ட அமைப்பைப் பொறுத்தும் முறையே வேறுபடுகின்றன. இந்த வகையில் மீண்டும் ஆராய்ந்து பார்க்கும் பொழுது தாவர இனங்களைப் பொறுத்து, செகண்டரி செல்லுறை அடுக்குகள் மாறுபடுவதோடல்லாமல், ஒரே திசுக்களிலுள்ள செல்களும், செல்களின் ஒவ்வொரு பகுதியும் வேறுபடுகின்றது. இதன் காரணமாக, செகண்டரி செல்லுறைகளை எல்லாவற்றையும், ஒருமைப்படுத்தி பொதுப்படையானதாகக் கருதிவிட முடியாது.

ஒவ்வொரு ஸெ, அடுக்கையும், எ. மை மூலம் ஆராயும் பொழுது, அது மேலும் நான்கு நுண் அடுக்குகளினாலானதாக (lamallae) தெரிகின்றது. இவை ஒவ்வொன்றினுடைய மைக்ரோப் பைபிரில்களின் ஒட்ட அமைப்புச் சுருள் (helix) முறையில் அமைந்திருக்கின்றது. ஆனால், இந்த வகையான அமைப்பு முறை ஒன்றுக்கொன்று எதிராக மாறி அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம், ஆனால், ஸெ$_2$ அடுக்கு, பல உள்ளடுக்குகளைப் பெற்றும், இதனுடைய மைக்ரோ ஃபைபிரில்களின் ஒட்டமைப்புச் செல்லின் உயரப் போக்கிலிருந்து சிறிது அளவு மாறியும், ஒரு குறைந்த அளவு கோணத்திலும் அமைந்திருக்கின்றன. செகண்டரி செல்லுறையின் மூன்று அடுக்குகளில், இந்த ஸெ$_2$ அடுக்குதான் மற்ற எல்லாவற்றையும் விட அதிக அளவில் தடிப்புத் தன்மையைப் பெற்றிருக்கின்றது. என்று கூறலாம். மேலும் இந்த அடுக்கில் தான், அதிக அளவில் லிக்னினும் படிகின்றது. ஸெ$_3$ அடுக்கு ஸெ$_2$ அடுக்கை விட மெல்லியதாகவும், இதனுடைய மைக்ரோ ஃபைபிரில்களின் ஒட்டமைப்புச் சுருள் (helix) முறையிலும், அமைந்திருக்கின்றன. சில ஜிம்னோஸ்பர்ம்கள், ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களில், இந்த அடுக்கில் தான் முட்கள் (warts) போன்ற அமைப்புகள் தோன்றுகின்றன.

கிரியைக்கட்டை (Reaction wood): இந்தக் கட்டையில் அடங்கியிருக்கின்ற நார்ச் செல்கள், டிரக்கீட்கள் முதலியவைகளின் செகண்டரி செல்லுறைகள் சாதாரண முறையில் உண்டான கட்டைகளிலுள்ளவைகளைப் போலல்லாமல், மேற் கூறப்பட்ட இயல்புகளிலிருந்து மாறுபட்டுக் காணப்படுகின்றன, இந்த மாறுபாடுகளில் ஒன்று மைக்ரோ ஃபைப்ரில்களின் ஒட்டம் மாறுபட்ட முறையில் அமைந்திருப்பதாகும். இந்தக் கட்டை அசாதாரண நிலையிலும் அல்லது உயரப்போக்கிற்குக் குறுக்காக, அல்லது நேர்க்கோணத்தில், வளர்கின்ற கிளைகளிலும் மரத்தண்டு செங்குத்தான நிலையிலிருந்து சாய்ந்து, வளரும்பொழுதும் உண்டாகக்கூடும். தாவரப் பிரிவுகளுக்குத் தக்கவாறு இந்த வகைக் கட்டையை இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். கோனிஃபர்களில் (conifers) அசாதாரணக் கட்டை உண்டாகும் பொழுது,

அது கிளையின் கீழ்ப்புறமும், அதன் பித் (pith) பாகம் அதன் மேற்பரப்பிற்கு அருகிலும் இருப்பதைப் பார்க்கலாம். (படம் (10·19) இந்த வகையான இயல்பை உடைய கட்டையை



படம் 32.

10-18. இறுக்கக் கட்டையின் அமைப்பு.
10-19. அமுக்கக் கட்டையின் அமைப்பு.

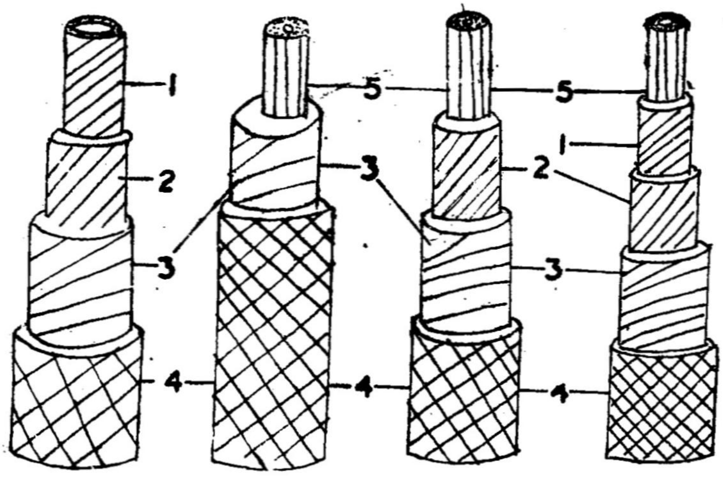
10-18 — 10-19. 1. ஜெலாட்டினஸ் அடுக்கு; 2. இறுக்கக் கட்டைப்பகுதி; 3. பித்; 4. அமுக்கக் கட்டைப்பகுதி; 5. புவிஈர்ப்பு விசை.

அமுக்கக் (compresion wood) என்று கூறுகிறார்கள். ஆனால், ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களிலுண்டாகின்ற அசாதாரண கட்டைப் பாகம் கிளைகளுக்கு மேற்புறமாகவும், பித் அதன் கீழ்ப்புறத்திற்கு அருகிலும், உண்டாகின்றது (படம் 10·18) இந்த அசாதாரணக் கட்டை இருக்கக் கட்டை (tension wood) என்றழைக்கப்படுகின்றது. அமுக்கக் கட்டைகளும் இறுக்கக் கட்டைகளும், வேறு சில இயல்புகளைக் குறித்தும் முறையே வேறுபடுகின்றன. உதாரணமாக, கோனிஃபர்களிலுண்டாகின்ற அமுக்கக் கட்டை சிவப்பு நிறத்துடன் வருடாந்தர வளர்ச்சி வட்டங்கள் (annual grawth rings) ஒரு பாதியிலிருப்பவை மறுபாதியிலிருப்பவைகளை விட அனேகமாக அகலமானதாகவும் காணப்படுவதிலிருந்து, இந்தக் கட்டையை எளிதில் கண்டறிந்து கொள்ள முடிகின்றது.

அமுக்கக் கட்டையிலிருக்கின்ற டிரக்கீட்களின் சராசரி நீளம் சாதாரண (normal) நிலையிலுண்டான கட்டைகளின் டிரக்கீட்களினுடையதை விட குட்டையாக இருக்கின்றது. மேலும், மூன்று அடுக்குகள் கொண்ட செகண்டரி செல்லுறைக்குப் பதிலாக இரண்டு அடுக்குகள் தான் இவற்றில் காணப்படும். அதாவது, முன் கூறியபடி, இவற்றில் மூன்றாவது அடுக்கான ஸெ$_3$ அடுக்கு

உண்டாவதில்லை. அமுக்கக் கட்டையின் டிராக்கீட்களில், சாதாரண டிரக்கீட்களிலிருப்பதைப்போலல்லாமல் செல்லுலோஸை விட, லிக்னின் அதிக அளவில் காணப்படுகின்றது. இதன் காரணமாக, இந்தக் கட்டையை விட அதிகமான பளுவையும், அதே சமயத்தில் எளிதில் முறியக் கூடிய தன்மையைப் பெற்றும் இருக்கின்றது.

இருக்கக் கட்டை, சாதாரணக் கட்டையைவிட, அடர்த்தியான அமைப்பைப் பெற்றிருக்கின்றது. இதில் வெஸல்கள் சிறியதாகவும், அதிக அளவில் நார்த்திசுக்கள் உண்டாயிருப்பதையும் பார்க்கலாம். இந்த இயல்புகள் எல்லாவற்றையும் விட முக்கியமானதொரு இயல்பு, செல்லுறைகளைப் பொறுத்துக் காணப்படுகின்றது. அதாவது, நார்த்திசுக்களினுடைய செல்லுறைகளின் உள்ளடுக்கு ஜெலாட்டினஸ் (gelatinous) தன்மையை அனேகமாகப் பெற்றிருப்பதைக் காணலாம். இந்த அடுக்கைச் சுருக்கமாக 'ஜெ' ('G' ; gcpatinous) அடுக்கு



10.20
படம் 33.

1-020. மைக்ரோ ஃபைப்ரில்களின் வெவ்வேறு அமைப்பு ஓட்டம்.

10-20. 1. செ$_3$ அடுக்கு 2. செ$_2$ அடுக்கு 3. ஸெ$_1$ அடுக்கு 4. பிரைமரி செல்லுறை 5. ஜெலாட்டினஸ் அடுக்கு,

என்று அழைக்கப்படுகின்றது. லிக்னின், மற்ற செல்லுறை அடுக்குகளில் இருப்பது போன்று, ஜெலாட்டினஸ் அடுக்கில் ஒரு

பொழுதும் உண்டாவதில்லை. இதன் காரணமாக இந்த அடுக்கு ஜெலாட்டினஸ் தோற்றத்துடன் விளங்குகின்றது, ஆனால், இந்த அடுக்குச் செல்லுலோஸை மட்டும் பெற்றிருக்கின்றது. செல்லுலோஸின், மைக்ரோ ஃபைப்பிரில்கள் செங்குத்தாக உயரப் போக்கில் அமைந்திருக்கின்றன. (படம் 10·20). மேலும், இந்த ஜெலாட்டினஸ் அடுக்கு, செகண்டரி செல்லுறைகளின் ஏதாவதொரு சில அடுக்குகளுக்குப் பதிலாகத் தோன்றக் கூடும். உதாரணமாக, 'ஜெ' (G) அடுக்கு, செ$_1$, செ$_3$ அடுக்குகளுக்குப் பதிலாக அந்த இடங்களில் உண்டாகலாம். அல்லது செ$_3$ செ$_8$ அடுக்களுக்குப்பதிலாக உண்டாகலாம். அல்லது செ$_3$ அடுக்கிற்குப் பதிலாகவோ அல்லது செ$_1$ செ$_2$ செ$_8$ மூன்று அடுக்குகளும் முழுவது முண்டாகி, 'ஜெ' அடுக்கு கூடுதலாக நான்காவது அடுக்காகத் தோன்றவும் கூடும். (படம் 10·20). மேலே விவரிக்கப்பட்ட அசாதாரண அமைப்புகளுடன் கூடிய செல்லுறைகளைக் கொண்ட செல்கள் செகண்டரி ஃபுளோயத்திலும் உண்டாவதாக சமீப காலத்தில் எடுத்துக் காட்டப்பட்டிருக்கின்றது.

லிக்னின் (Lignin): இதன் இரசாயனத் தன்மை குறித்தும் இது எவ்வாறு உண்டாகின்றது என்பதைக் குறித்தும், ஓரளவிற்கு முற்பகுதியில் தெரிந்து கொண்டோம். செல்லுறையின் மொத்த எடையைப் பொறுத்த மட்டில், லிக்னின் ஏறக்குறைய 30 சத வீதத்தில், தோன்றி இருக்கின்றது. டெரிடோஃபைட்கள் (pteri. do hytes) முதல், ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்கள் ஈறுக, எல்லாவற்றிலும் லிக்னின் என்ற பொருள் செல்லுறைகளில் அடங்கியிருக்கின்றது. நிலத்தில் வாழ்கின்ற தாவரங்களிலும், காற்று வெளி (aerial) சூழ்நிலைகளில் வளர்ந்து வருகின்ற தாவர வகைகளிலும் அனேகமாக இது காணப்படுகின்றது என்று கூறலாம்.

லிக்னின் நடு அடுக்கில் (middle lamelia) இருப்பதாக அடிக்கடி கூறப்படுகின்றது, இருந்த போதிலும், இந்த உண்மையை உறுதிப்படுத்த வேண்டிய அவசியமும், இருக்கின்றது. ஆனால், பிரைமரி ஸைலத்தின், செல்லைப் பொறுத்த மட்டில், லிக்னின், பட்டை போன்று தடிப்புற்றிருக்கின்ற அதனுட்புறப் பகுதிகளில் தோன்றியிருப்பதை மிகத் தெளிவாகக் காணலாம் (படம் 10.20). அதேசமயத்தில், லிக்னின் பிரைமரி ஸைலத்தின் செல்லுறைவரையிலும் பரவி உண்டாவதில்லை. ஆனால், செகண்டரி ஸைலம் செல்களின் செல்லிடை அடுக்கில் லிக்னின் உண்டாகிறது. பிரைமரி ஸைலம் செல்லில் முழு வளர்ச்சியடைந்த நிலையில் காணப்படுகின்ற சுருள் போன்ற தடிப்புப்பாகம் முற்றிலும் லிக்னினைப் பெற்றிருப்பதாகவும், அதே

சமயத்தில், தடிப்புற்ற பாகங்களுங்கிடைப்பட்ட பகுதிகளில் இருக்கின்ற செகண்டரி, பிரைமரி, செல்லுறைகள் லிக்னின் சுற்று இருப்பதாகவும் கூறப்படுகின்றது. கேம்பியத்தில் உண்டாகின்ற செகண்டரி செல்லுறைகளைப் பொறுத்த மட்டில் லிக்னின் செல்லின் மூலைகளில், பிரைமரி செல்லுறையை அடுத்துத் தோன்றி பிறகு விரைவாக லிக்னின், பிரைமரி செல்லுறைக்கு வெளிப்புறத்தை நோக்கிப் பரவி, செல்லிடை அடுக்கில் சென்றடைகின்றது. பிஸியா அபிஸ் (Picea abies) ஒவ்வொரு செல்லுறையிலும் காணப்படுகின்ற லிக்னின் அளவு கீழ்வருமாறு: செல்லிடை அடுக்கு, பிரைமரி செல்லுரை ஆகியவற்றில் 90 சதவீதமும், செகண்டரி செல்லுறையில் 10 சதவீதமும் காணப்படுவதாக மதிப்பிடப்பட்டிருக்கின்றது.

லிக்னின் எங்கிருந்து உண்டாகின்றது என்ற உண்மை விவாதத்திற்குட்பட்டதாகும். வேறுவகையில் கூறவேண்டுமானல், லிக்னின் அல்லது அதனுடைய முன்னோடிகள் (precursors) ஆக்குத்திசுவில் தோன்றி வளர்ச்சி மாற்றம் அடைந்து கொண்டு வருகின்ற (differantiating) செல்களினுட்புறத்தை நோக்கிப் பரவுகின்றதா அல்லது ஒவ்வொரு செல்லினுலும், தேவைப்படுகின்ற காலத்திலும், பகுதிகளிலும் மட்டும் உண்டாக்கப்படுகின்றதா என்பன போன்ற கருத்து வேறுபாடுகள் இருந்து வருகின்றன.

6. நூக்ளியஸ்

(Nucleus)

ஓர்க்கிட் (orchid) செடிகளின் செல்களில் நூக்ளியஸ் என்ற முக்கியமான நுண் அங்கம் 1830 ஆம் ஆண்டில் இராபர்ட் பிரௌன் (Robert Brown) என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. நூக்ளியஸ் பொதுவாக எல்லா உயிருற்ற செல்களிலும் காணப்படுகின்றது. இருந்த போதிலும், ஒரு சில குறிப்பிட்ட செல்வகைகளில் மட்டும், அவையவைகளின் வளர்ச்சி நிலையைப் பொறுத்து அதாவது அவற்றின் வளர்ச்சி நிலையின் பிற்பகுதியில் நூக்ளியஸ் இருப்பதில்லை. உதாரணமாக, தாவரங்களைப் பொறுத்த மட்டில், சல்லடைக் குழாயின் (sieve tube) வளர்ச்சியின் தொடக்கத்தில் காணப்படுகின்ற நூக்ளியஸ் அது முழுவளர்ச்சியடைகின்ற பொழுது, மறைந்து விடுகின்றது. இது போன்று, பிராணிகளைப் பொறுத்த மட்டில் பாலூட்டிகளின் (mamnals) முதிர்ச்சியடைந்த சிகப்பு இரத்த அணுக்கள் (red blood cells) நூக்ளியஸைப் பெற்றிருப்பதில்லை. மற்றொரு வகையில் பாக்டீரியா (bacteria), நீல-பச்சை நிற ஆல்ஜி (blue green algae)யில் பெருவாரியான மற்ற தாவரங்களில், காணப்படுகின்றதைப் போன்றதும், அமைப்பையுடையதுமான நூக்ளியஸ் காணப்படுவதில்லை. இதற்குப்பதிலாக, இவற்றில் ஒரு வகையில் நூக்ளியஸ் என்று சொல்லக்கூடிய அளவிற்கு நூக்ளியோபிளாஸம் (nucleoplasm) என்ற பொருள் காணப்படுகின்றது. இது நூக்ளியஸிற்கு ஒப்பானதொரு அமைப்பைப் பெற்றிருப்பதாக, எ. மை. மூலம் தற்காலத்தில் கூறப்பட்டிருக்கின்றது. தாவரங்களின் ஒவ்வொரு உயிருற்ற செல்லிலும் அனேகமாக ஒரு நூக்ளியஸ்தான் இருக்கக் கூடும். ஆனால், சிலவகை ஆல்ஜி, புஞ்சையின் செல்களில், மட்டும் ஒன்றுக்கு மேற்பட்டும், ஆயிரக்கணக்கிலும், நூக்ளியஸ் இருக்கக்கூடும். சில வேளைகளில் தாவரங்களின் செல்கள் மிகக் குளிர்ச்சியான நிலைக்கும், குறிப்பிட்ட சிலவகை இரசாயனப் பொருள்களுக்கும் உட்படுத்தப்படும்பொழுது, ஒரு நூக்ளியஸிற்குப்

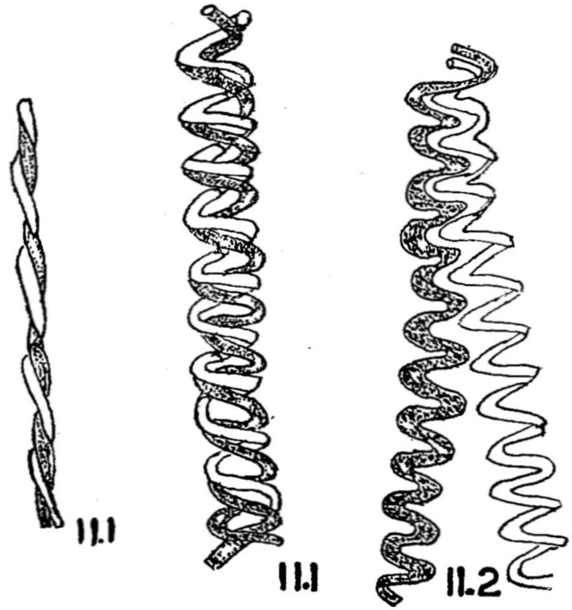
பதிலாக இரு நூக்ளியஸ்கள் உண்டாகக் கூடும்: நூக்ளியஸைக் குறித்து அதிகஅளவில் ஆராய்ச்சிகள் நடத்தப்பட்டுயிருக்கின்றது. ஏனென்ருல், இனப்பெருக்கம் (reproduction) என்ற நிகழ்ச்சியில் இது முக்கியமான பங்கை வகிக்கின்றது. நூக்ளியஸ் எந்தெந்த வகைகளில் இனப்பெருக்க நிகழ்ச்சிகளில் பங்கெடுத்துக் கொள்கின்றன போன்ற சிக்கலான உண்மைகளைப் பாரம்பரிய இயல் (genetics) நூல்களிலிருந்து தெரிந்துகொள்ளலாம். ஆதலால், இவற்றைக் குறித்து இந்த அத்தியாயத்தில் கூறப்படவில்லை. ஆனல், இதற்குப் பதிலாக நூக்ளியஸின் அமைப்பு, அதன் வாழ்வியல் சம்பந்தப்பட்ட (physiological) நிகழ்ச்சிகள் முதலியவைகளைக் குறித்து, தற்காலத்தில் கிடைக்கக்கூடிய உண்மைகளை இங்கு தெரிந்துகொள்வோம்.

இடைநிலை நூக்ளியஸ் (Interphase nucleus) செல்பிரிதல்கள் ஏற்படுகின்ற செல்களிலெல்லாம் நூக்ளியஸ்கள் மாறுதல் அடைவதும், இந்த வகை மாறுதல்கள் மீண்டும் மீண்டும் சுழன்று வருவதும் நன்கு அறியப்பட்டதொன்ருகும். அதாவது, நூக்ளியஸ் ஒரு குறிப்பிட்டநிலையிலிருந்து மற்ற நிலைகளைப் படிப்படியாக அடைந்து, இறுதியில் மீண்டும் பழைய நிலையை அடைகின்றது. இந்த வகையில் ஏற்படுகின்ற சுழற்சி மாற்றங்களைச் (cyclic changes) செல்லின் சுழல் வட்டம் (cell cycle) அல்லது மைட்டோடிக் சுழல் வட்டம் (mitotic cycle) என்று கூறுவர். இந்தச் சுழல் வட்டத்தின் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில், அதாவது செல் பிரிதல் ஏற்படுவதற்கு முன்பும், ஏற்பட்டபிறகும் ஒரு செல்லில் இருக்கின்ற நூக்ளியஸ் தனக்கென்று உறையைப் பெற்று இதன் காரணமாக, இது ஒரு தனிப்பட்ட நுண் அங்கமாகக் காணப்படுகின்றது. ஆனல் செல் பிரிதல் ஏற்படுகின்ற தொடக்கத்தில், நூக்ளியஸின் உள்ளடங்கி இருக்கின்ற குரோமோஸோம்கள் (chromosomes) பலவகையான இரசாயன மாறுதல்களை அடைவதும், அதனுடைய உறை மறைந்துவிடுவதும் நன்கு அறியப்பட்டதொரு உண்மை ஆகும். இவற்றின் மூலம், குரோமோஸோம்கள், சிக்கலான அசைவுகளையடைகின்றன. மேலே கூறப்பட்ட உண்மைகள் எல்லாம் கடந்த பல ஆண்டுகளாகத் தெரியப்பட்டு வருகின்ற உண்மையாகும். இதிலிருந்து தெரியவருகின்ற உண்மை என்னவென்ருல், செல் பிரிதல்கள் ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கும் பொழுதுதான், குரோமோஸோம்கள் கண்ணுக்குப் புலப்படுகின்றன என்பதாகும். ஆனல், செல்லின் சுழல் வட்டத்தில், எந்த ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில், நூக்ளியஸினுள் அடங்கியிருக்கின்ற குரோமோஸோம்கள் சாயப்படுத்திய பிறகும், தெளிவாகக் காணப்படவில்லையோ அந்தச் சுழல் வட்டத்தின் நிலையை,

இடைநிலை (interphase) அல்லது ஓய்வுநிலை (resting stage) என்று அழைக்கிறார்கள். இந்த நிலை மற்ற நிலைகளிலிருந்து முற்றிலும் மாறுபட்டதாகும். ஏனென்றால், மற்றைய நிலைகளிலுள்ள குரோமோஸோம்கள் கண்ணுக்குப் புலப்படுவதோடு மட்டும் அல்லாமல் அவை செயலும் படுகின்றன.

இப்பொழுது, இடைநிலை அல்லது ஓய்வு நிலையிலுள்ள நூக்ளியஸைக் குறித்து சிறிது ஆராய்வோம். ஒவ்வொரு நூக்ளியஸும், கோளவடிவத்திலும், ஏறக்குறைய 10 மைக்ரான்கள் குறுக்களவையும் பெற்றிருக்கின்றது. இவைகளுக்குத் தக்கவாறு, நூக்ளியஸ் இந்த அளவைவிட பெரியதாகவும் அல்லது சிறியதாகவும் இருக்கக்கூடும். ஒவ்வொரு ஆக்குத்திசுவின் செல்லில் இருக்கின்ற நூக்ளியஸ் மட்டும், செல்லின் மொத்த கனபரிமானத்தில் (volume) முக்கால் பங்கு வரை அமைந்திருப்பது குறிப்பிடத்தக்கதொரு உண்மையாகும். பல செல்களினால் ஆனதொரு உயிரினத்தின் நூக்ளியஸ்கள் வெவ்வேறு வடிவத்தைப் பெற்றிருக்கக் கூடும். உதாரணமாக, வாஸ்குலார் கேம்பியத்தின் (vascular cambium) நூக்ளியஸ்கள் கதிர்கோல் வடிவத்துடன் (spindle shaped) காணப்படுகின்றன. ஃபேஸியோலஸ் (Phaseolus) வித்திலைகளிலுள்ள (cotyledons) சேமிப்புச் செல்களின் நூக்ளியஸ்கள் ஒழுங்கற்ற வடிவங்களுடன் இருக்கின்றன. மிக்ராஸ்தீரியாஸ் (Migosterias) என்னும் டெஸ்மிட் (desmid) ஆல்காவின் நூக்ளியஸ் பல திசைகளில் இழுக்கப்பட்டு ஸைட்டோபிளாஸத்தில் இழைகள் போன்று காணப்படுகின்றன. அனேகமாக மகரந்தத்தின் செல்களிலுள்ள வெஜிடேடிவ் (vegetative) நூக்ளியஸ் லோபட்டாகவும் (lobed) தோற்றுவிக்கக் கூடிய (generative) நூக்ளியஸ் கதிர்கோல் வடிவமாகவும், காணப்படுகின்றன. ட்ரேடஸ் கேந்தியா (Tradescantia) வின் ஜெனரேடிவ் நூக்ளியஸ் 3 மைக்ரான்கள் அகலத்தையும், 80 மைக்ரான் நீளத்தைப் பெற்றும், பென்சில் போன்ற தோற்றத்தைப் பெற்றிருக்கின்றது. ஆனால். இதன் மைக்ராஸ்போர் (microsproe) அல்லது மகரந்தத்தூளின் நூக்ளியஸ் மட்டும் ஏறக்குறைய 12 மைக்ரான்கள் அகலத்தை உடைய கோளமாகக் காணப்படுகின்றது. ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பில், கோள வடிவத்தில் காணப்படுகின்ற நூக்ளியஸ்களை, 'எமை'ல் பார்க்கும் பொழுது அவை எல்லாம் அநேகமாக லோபகளைப் (lobes) பெற்றிருப்பதைப் பார்க்கலாம். இதிலிருந்து இரண்டு உண்மைகள் தெளிவாகின்றன. ஒன்று நூக்ளியஸிற்கும். ஸைட்டோபிளாஸத்திற்கும் இடையே உள்ள தொடர்பு கொள்வதற்கான பரப்பளவு அதிகரிப்பதற்கு வாய்ப்பு ஏற்படுகின்றது. மற்றொன்று இடைநிலை நூக்ளியஸ்கள்

தங்களுடைய வடிவத்தை மாற்றிக் கொள்ளக் கூடும் என்பதாகும்.



படம் 34.

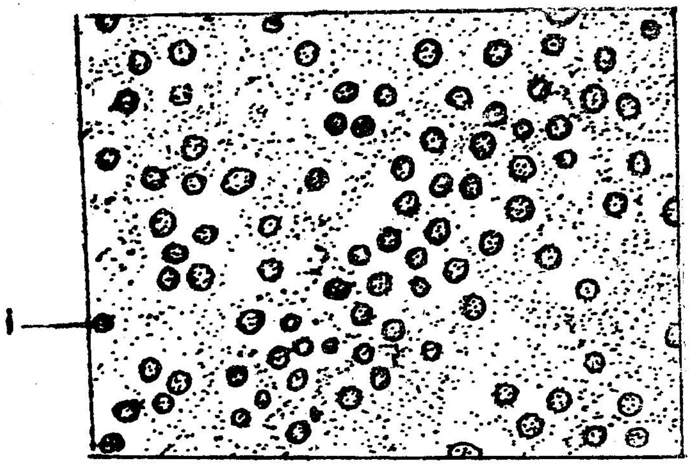
11-1. பிலக்டோனீமிக் சுருள்கள் 11-2. பிரானீமிக் சுருள்கள்.

அனேகமாக, நூக்ளியஸ்களின் அளவு சிற்றினங்களைப் பொறுத்தும், அவற்றைப் பெற்றிருக்கின்ற செல்களைப் பொறுத்தும், வேறுபடுகின்றன. மேலும், நூக்ளியஸ்களின் அளவிற்கும், அவற்றில் அடங்கி இருக்கின்ற 'டிநூஅ' (DNA) பொருளின், அளவிற்கும், இடையே ஒருவகையான தொடர்பு இருக்கின்றது என்றும் நம்பப்படுகின்றது. (Sparrow & Evans, 1961). ஏனென்றால், பாலிபிளாய்ட் (polyploid) இனங்களின் நூக்ளியஸ்களின் அளவு, டிப்ளாய்ட் (diploid) இனங்களினதை விடப் பெரிதாகக் காணப்படுகின்றது. எப்படியிருந்த போதிலும், நூக்ளியஸிற்கும், சைட்டோபிளாஸத்திற்கும் இடையே உள்ள கனபரிமாண விகிதங்கள் ஒவ்வொரு செயலைப் பொறுத்தும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில் நிர்ந்தரமாக அமைந்திருக்கின்றது என்று கூறலாம். இந்த விகிதத்தில் ஏற்படுகின்ற மாற்றம்தான் செல் பிரிதய் ஏற்படுத்துவதற்கு, உடனடியான தூண்டு கோலாக

அமைகின்றது. உதாரணமாக, ஒரு செல் புதிதாகத் தோன்றிய பிறகு, அது வளர்ச்சியடைகின்றது. அவ்வாறு வளர்ச்சியடைகின்ற காலத்து, சைட்டோ பிளாஸத்திற்கும் நூக்ளியஸிற்குமிடையே உள்ள விகிதமும் மாறுபடுகின்றது. இந்த நிலையில், குரோமோஸோம்கள் இரட்டித்தலும், (replication) செல் பிரிதலும் ஏற்படுகின்றது.

நூக்ளியஸின் உறை (Nuclear envelope) பொதுவாக, ஒவ்வொரு நூக்ளியஸின் உறையும், ஒரு ஜதை மெம்ப்ரேன் கூறுகளின் (Unit membranes) ஆக்கப்பட்டு ஒன்றன் மேலொன்ருக அமைந்திருக்கின்றன. இவற்றில் ஒவ்வொரு மெம்ப்ரேன் கூறும் 'எமை'யில் பார்க்கும் பொழுது, மூன்று அடுக்கு அமைப்பைப் பெற்றிருப்பதாகத் தெரிகின்றது. ஆனல், இத்தகைய நிலைக்கு விதி விலக்காக, நைட்ரோஜன் அற்ற நிலையில் வாழ்கின்ற **ஸாக்கரோமைஸிஸில்** (Saccharomyces) மட்டும் நூக்ளியஸ் ஒரே ஒரு மெம்ப்ரேனைப் பெற்றிருப்பதாகக் கூறப்பட்டிருக்கின்றது, இதனுறை சைட்டோபிளாஸத்தை நூக்ளியஸிலிருந்து பிரிப்பதற்குப் பயன்படுசின்றது. ஒவ்வொரு உறையின் மேற்பரப்பிலும், வட்டவடிவமான நுண் துவாரங்களிருப்பதாக, கல்லானும், டோம்ளினும் (Callan of Tomlin, 1950) முதன் முதலாக, 1950 ஆண்டில் கண்டறிந்தார்கள் (படம் 11·3) இந்த நுண் துவாரங்கள் இரு மெம்ப்ரேன் கூறுகளின் ஒவ்வொரு மெம்ப்ரேனிலும், உண்டாகியிருப்பதோடல்லாமல், உட்புறமெம்ப்ரேனிலுள்ளவை வெளிப்புற மெம்ப்ரேனிலுள்ளவைகளுடன், தொடர்ச்சியுற்றும் காணப்படுகின்றன. மேலும், இந்த நுண்துவாரங்கள் எல்லாம், ஒரு குறிப்பிட்ட முறையில் அமைந்து, குறிப்பிட்ட தோற்றத்துடன் காணப்படுகின்றன. **அல்லியும்** (Allium) வேர் நுனிச் செல்களின் நூக்ளியஸ்களின் மெம்ப்ரேன்கள், 1 சதுர மைக்ரான் பரப்பில், ஏறக்குறைய 7-12 நுண் துவாரங்களைப் பெற்றிருக்கின்றது. வெளிப்புற மெம்ப்ரேன் 'எ. வ' (ER) வுடன் தொடர்புற்று இருக்கின்றது. (படம். 4·3) இந்த அடிப்படையில் ஆராயும்பொழுது, நூக்ளியஸ் அற்ற செல்களில், எல்லாம் 'எ வ') இல்லாமல் கூட இருக்கக் கூடும், என்று கருதப்படுகின்றது. ஒவ்வொரு நுண் தூவாரமும் 20-200 நா. மீ தறுக்களவைப் பெற்றிருக்கின்றன என்று மதிப்பிடப்பட்டிருக்கின்றது. நுண் தூவாரங்களின் குறுக்களவு 80-200 நா. மீ வரையில் இருப்பதோடல்லாமல். அவையெல்லாம் ஒரு நூக்ளியஸைப் பொறுத்தமட்டில் ஏறக்குறைய ஒரே அளவினை உடையதாகவும் இருக்கின்றன. இவையெல்லாம் நுண்தூவாரங்கள் எனக் கூறப்பட்ட போதிலும், இவை நூக்ளியஸின் உட்புறத்தை

நோக்கி எப்பொழுதும் திறவுகளாக இருக்கின்றன என்று கூறுவதற்கில்லை. ஏனெனில், இவற்றின் மத்தியில், சில வேளைகளில் அடர்த்தியான பொருள்கள் உண்டாகி இருக்கின்றன. (Pavaling, 1961) மேலும், நுண் துவாரங்களில் அடங்கியிருக்கின்ற பொருள் சைட்டோபிளாஸம், நூக்ளியஸ் முதலியவைகளின் அடிப்படைப் பொருளிலிருந்து, முற்றிலும் வேறுபட்டிருக்கின்றது என்றும், இதன் காரணமாக, நூக்ளியஸினுட்புறத்திற்கும், சைட்டோ பிளாஸத்திற்கும் இடையே தொடர்பு ஏற்படுவதற்கில்லை என்றும் கருதப்படுகின்றது. (Whaley et al., 1960), இது ஒரு புறமிருக்க, நூக்ளியஸிலிருந்து பல வகையான பொருள்கள் குறிப்பாக ரிநூஅ (RNA) சைட்டோபிளாஸத்தைச் சென்று அடைகின்றன. ஆனால், நூக்ளியஸின் நுண்துவாரங்கள் மேலே கூறப்பட்டது போல், திறவுகளற்ற நிலையிலிருக்கும் பொழுது, ரிநூஅ (RNA) எவ்வாறு கடந்து செல்கின்றது என்ற உண்மை சரிவர விளங்கவில்லை.



11.3

படம் 35.

11-3. 1. துவாரம்

மேற்கூறியவாறு, நூக்ளியஸின் வெளிப்புற மெம்ப்ரேனிற்கும், 'எவ' விற்கும் இடையே தொடர்பிருக்கின்ற காரணத்தினால், நூக்ளியஸிலிருந்து, பலவகையான பொருள்கள் சைட்டோபிளா

ஸத்திற்கு 'எ. வ' வின் மூலம் கடந்து செல்லக்கூடும் என்று மற்றொரு கருத்து இருந்து வருகின்றது.

செல்பிரிதல் நிகழ்ச்சியின் தொடக்கத்தில், நூக்ளியஸின் உறை எவ்வாறு சிதைவு அடைகின்றது என்பதைக் குறித்தும், இறுதியில் இது எவ்வாறு புதிதாக நூக்ளியஸைச் சுற்றி, மீண்டும் தோன்றுகின்றன என்பதைக் குறித்தும் சிறிது ஆராய்வோம். செல் பிரிதலின் முதல் நிலையான புரோஃபேஸின் (prophase) முடிவில், நூக்ளியஸினுறை சிதைவு அடைகின்றது. சிதைவு ஏற்படும் பொழுது, நூக்ளியஸின் உறை வெவ்வேறு அளவினை உடைய தட்டையான குழல்கள் (cisternae) போன்றும், மெம்ப்ரேனினால் சூழ்ப்பட்ட வட்டவடிவமான குடுக்கைகள் (vesicles) போன்றும், பல துண்டுகளாகப் பிரிகின்றது. ஒரு முறை துண்டுகளான நூக்ளியஸின் உறை மேற்கொண்டு, மறுமுறையும் பல துண்டுகளாகப் பிரிக்கின்றனவா என்பதைக் குறித்துத் தெளிவாகத் தெரியவில்லை. ஒவ்வொரு மைட்டோஸின் (mitosis) முடிவில் இரு நூக்ளியஸ்கள் புதிதாகக தோன்றுகின்றன. இவற்றைச் சுற்றி உறைகளும், முறையே புதிதாக உண்டாகின்றன. இந்த நிலையில் மீண்டும் புதிதாக உண்டாகின்ற உறை, மேற்கூறியவாறு சிதைவு அடைகின்ற பொழுது, ஏற்படுகின்ற தட்டையான குழல்களையும், மெம்ப்ரேனினால், சூழப்பட்ட வட்ட வடிவமான குடுக்கைகளையும் பெற்றிருக்கின்றது. இதிலிருந்து, ஒரு சில ஐயப்பாடுகள் எழுகின்றன. அவையாவன :

(1) பிரிந்து துண்டுகளாகக் காணப்படுகின்ற குழல்களும், குடுக்கைகளும், தாய்ச்செல் நூக்ளியஸின் உறையிலிருந்து சிதைவுற்று உண்டான கூறுகளைக் குறிக்கின்றனவா ? அல்லது

(2) இவை புதிதாகவும், தன்னந்தனியாகவும் உண்டானவைகளா ? அல்லது

(3) இவை தாய்ச்செல்லின் 'எவ' விலிருந்து உண்டான துண்டுகளா ? என்பனவாகும். இந்த வகையான ஐயப்பாடுகள் எழுந்த போதிலும், குழல்களும், குடுக்கைகளும் தாய்ச்செல்லின் நூக்ளியஸ் உறையிலிருந்து சிதைவடைந்து உண்டானவைகளாகவும், அவை செல்பிரிதல் நிகழ்ச்சிகளில் எல்லாம் நிலைத்து நின்று கடைசியில் ஒன்று சேர்ந்து புதிதாக நூக்ளியஸ் உறையை மீண்டும் தோற்றுவிக்கின்றன என்ற கருத்து அளவிற்குப் புறம்பானதாகத் தெரியவில்லை.

நூக்ளியஸ் இணைதல் (Nuclear fusion) இந்த நிகழ்ச்சியை அறிந்து கொள்வதற்கு உதாரணமாக, சமீப காலத்தில் கோஸிப்பியும் (gossypium) என்ற செடியில் ஆராயப்பட்ட இரு துருவ (polar) நூக்ளியஸ்கள் இணைவதன் மூலம் தெரிந்து கொள்வோம். இதில் இரு நூக்ளியஸ்கள் ஒன்றை நோக்கி மற்றொன்று நெருங்கு கின்றது. இருந்த போதிலும், அவை இந்த நிகழ்ச்சியின் தொடக் கத்தில் ஒன்றையொன்று தொடுவதில்லை. இதையடுத்து, இந்த இரு நூக்ளியஸ்களின் உறையுடன் சம்பந்தப்பட்டிருக்கின்ற 'வெ' முறையே அவற்றின் பல பகுதிகளுடன் இணைகின்றன. 'எவ' இணையும் பொழுது இவற்றிற்கிடையே சைட்டோபிளாஸம் அகப்பட்டுக் கொள்கின்றது. முதலில் நீண்டிருந்த 'வெ' பிறகு குட்டையாகின்றன. இதன் காரணமாக, நூக்ளியஸ்கன் ஒன்றை ஒன்று நெருங்குகின்றன. பிறகு, அவற்றினுடைய உறையின் வெளிப்புற மெம்ப்ரேன்களும், உட்புற மெம்ப்ரேன்களும் இணைகின்றன. இவ்வகையில் இணைப்பு ஏற்படுகின்ற பொழுது, நூக்ளியஸ்களுக்கிடையே பாலம் (bridge) போன்றதொரு அமைப்பு ஏற்படுகின்றது. இந்தப் பாலத்திற்கிடையே சைட்டோ பிளாஸமும், வெவ்வேறு வகையான நுண் அங்கங்களும், அகப் பட்டுக் கொள்கின்றன. இந்தப் பாலம் போன்ற அமைப்பு பின்பு விரிவடைகின்ற பொழுது, சைட்டோபிளாஸமும், நுண் அங்கங் களும் வெளியேற்றப்படுகின்றன. நூக்ளியஸ்களின் இணைப்பில் அடங்கியிருக்கின்ற இந்த வகையான நிகழ்ச்சிகளெல்லாம் ஏற்படுவதற்கு 36 மணி நேரம் தேவைப்படுகின்றது. என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றது. (Jensen, 1964).

நூக்ளியஸின் பொருள்கள் (Nuclear material) நூக்ளியஸின் அடிப்படைப் பொருள் நுண்மணிகள் போன்று எ. மை யில் காணப் படுகின்றது. ஒவ்வொரு நூக்ளியஸும் டிநூஅ (DNA) வைப் பெற்றிருக்கின்றது. இந்தப் பொருளினால் தான் குரோமோஸோம் களிலுள்ள ஜீன்களும் (genes) ஆக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஸொமாடிக் செல்களில் (somatic cells) இருக்கின்ற நூக்ஸியஸ்களை இரசாயன அடிப்படையில் ஆராய்ந்து பார்க்கும் பொழுது, அவை எடை அடிப்படையில், 80 சதவீதம் புரதப்பொருளையும், 10 சதவீதம் டிநூஅ வையும், 3 சதவீதம் லிப்பிட்களையும், (lipids) 2 அல்லது 3 சதவீதம் ரிநூஅ (RNA) வையும் பெற்றிருக்கின்றன. அதிக எடை அளவில் காணப்படுகின்ற புரதப் பொருள்கள் இருவகைப்படும். ஒரு வகைப் புரதப் பொருள், குரோமோஸோம் களின் டிநூஅ வுடன் இணைந்து காணப்படும். இதை ஹிஸ்டோன் (histone) என்று அழைக்கின்றார்கள் ஒவ்வொரு சிற்றினத்தின் நூக்ளியஸில், ஹிஸ்டோன், டிநூஅ வின் அளவு நிரந்தரமானதாக

இருக்கும், மற்ருெரு வகைப் புரதம் ஹிஸ்டோன் அற்ற புரதம் (non histone protein) என்று கூறப்படுகின்றது. இந்த வகைப் புரதமும், ரிநூஅ வும், வெவ்வேறு அளவில் காணப்படுகின்றன.

ஒவ்வொரு நூக்ளியஸிலும் உள்ள 'டிநூஅ' வின் அளவு 'ஸி' மதிப்புகள்' ('C' value) என்ற அடிப்படையில் குறிப்பிடப்படு கின்றது. உதாரணமாக, ஹெப்லாய்ட் (haploid) பாலின செல்லின் (gamete) டிநூஅ வின் 1 ஸி (ic) மதிப்பு என்றும், டிநூஅ வின் சேர்க்கை ஏற்படுவதற்கு முன்பு டிப்லாய்ட் (diploid) செல்லின் டிநூஅ வின் அளவு 2 ஸி (2C) மதிப்பு என்றும், டிநூஅ சேர்க் கைக்குப்பிறகு அதே செல்லின் டிநூஅ வின் அளவு 4ஸி (4C) என்றும் கூறப்படுகின்றது.

நூக்ளியஸ்களில் இருக்கின்ற டிநூஅ மாற்றமடையாத நிலையில். காணப்படுகின்றது. ஆனல், இதனளவு சிற்றினத்தைப் பொறுத்து, ஒவ்வொரு நூக்ளியஸிலும் வேறுபடுகின்றது. இந்த உண்மையைக் கீழ்க்காணும் அட்டவணையிலிருந்து தெரிந்து கொள்ளலாம்.

		மில்லிமைக்ரான் கிராம்
1.	திரில்லியும் எரக்தும் (Trillium erectun)	120
2.	லில்லியும் ஹென்ரியை (Lilium henreyi)	100
3.	திராடங்காந்தியா பாலுடோஸா (Tradecantia paludosa)	59 52
4.	அல்லியும் ஸீபா (Allium cepa)	54 40
5.	பூஸீம் ஸாத்திவும் (Pisum sativum)	10
6.	ஸீயா மெய்ஸ் (டிப்லாய்ட்) (Zea mays)	5

இந்த வகையான வேறுபாடுகள் இருப்பதன் முக்கியத்துவம் குறிப்பாக ஒரு விதை இலைத்தாவரங்களில் மட்டும் ஏன் இருக்க வேண்டும் என்று இதுவரை சரிவரத் தெரியவில்லை. **புரதங்கள்** (proteins) : இவற்றில் இருவகை உண்டு. ஒரு வகையை புரோட்டாமைன் (protamine), ஹிஸ்டோன் (histon) என்னும் மற்ருெரு வகையை ஹிஸ்டோனற்ற புரதம் (non-histone protein)

என்றும் கூறுவர். புரோட்டாமைன் மீன்களின் விந்து செல்களில் (sperm cells) அனேகமாகக் காணப்படுகின்றது. இந்த இரு வகைகளில், முன் வகை உலர்ந்த நிலையில், 10 சதவீதமாகவும், பின் வகை 70 சதவீதமாகவும் நூக்ளியஸில் அடங்கியிருக்கின்றன. நூக்ளியஸின் சாறு முழுவதும், குரோமோஸின் புரதத்தில் ஏறக்குறைய பாதி அளவிற்கும், ஹிஸ்டோனற்ற புரதம் அடங்கியிருக்கின்றது. சமீப காலத்தில், ஹிஸ்டோனைக் குறித்து அதிக அளவில் தெரிந்து கொள்ள வாய்ப்பு ஏற்பட்டு இருக்கின்றது. ஏனென்றால், இவை ஜீன்களின் செயல்களைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. மேலும், இந்த ஹிஸ்டோன்கள் குரோமாட்டின் (chromatin) அமைப்பு உண்டாக்குவதிலும், செல் மெம்ப்ரேன்களை நிலைத்து வைப்பதிலும் பங்கு கொள்கின்றன. ஹிஸ்டோன் புரதங்களின் பரமாணு எடை 12,000 ஆகவும், அவை அதிக அளவு அமினோ அமிலங்களைப் (amino acids) பெற்றும் இருக்கின்றன. (Bonner, 1965).

6·1 நூக்ளியோலுஸ் (Nucleolus)

ஒவ்வொரு நூக்ளியஸும் ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நூக்ளியோலுஸ்களைப் பெற்றிருக்கின்றது. இவற்றின் எண்ணிக்கை சில வேளைகளில், குரோமோஸோம்களின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்து மாறுபடுகின்றது. சில வேளைகளில் உதாரணமாக, கோஸிப்பியும் (gosypium) என்ற செடியின் கருப்பையிலுள்ள (embryo sac) நூக்ளியோலுஸின் அளவில் பத்தில் ஒரு பங்கு அளவில், ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நுண் நூக்ளியோலுஸ்களும் (micronucleoli) காணப்படுகின்றன. எப்படி இருந்த போதிலும், இவற்றின் செயல்களைக் குறித்து நிச்சயமாக எதுவும் கூறப்படவில்லை. இவை அனேகமாக இடைநிலை நூக்ளியஸ்களில் காணப்படுகின்றன. நூக்ளியஸினுறை சிதைவடைந்து மறையும் பொழுது அதாவது புக்ராஃபேஸ் இறுதிநிலையில் இவை மறைந்து, பிறகு டீலோஃபேஸ் (telophase) நிலையில் மீண்டும் தோன்றுகின்றன. ஆனால், பானிக்காய்ட் (panicoid) என்ற புல் வகைத் தாவரங்களில் மட்டும், புரோஃபேஸ் நிலையைக் கடந்து, மெட்டாஃபேஸ் (metaphase) நிலையிலும் அல்லது இதற்கு அடுத்த நிலையிலும், இவை காணப்படுகின்றன. நூக்ளியோலுஸ்கள் தெளிவான வரையறையுடன் காணப்பட்ட போதிலும், இவற்றிற்கென்று தனிப்பட்ட மெப்ப்ரேன் உறை கிடையாது. சில முறைகளின் மூலம் தயாரிக்கப்பட்ட நூக்ளியோலுஸ்களைப் பார்க்கும் பொழுது அவையெல்லாம் ஒரு தரப்பட்ட அமைப்பைக் குறிக்கின்றன. ஆனால், வேறு சில தனிப்பட்ட முறைகளில் தயாரிக்கப்

பட்டைகளைப் பார்க்கும் பொழுது, அவற்றில் இருபகுதிகள் இருப்பதாகத் தெரிகின்றது. மேற்கொண்டு இப்பகுதிகளை எ.மையில் பார்க்கும் பொழுது, அவை வெவ்வேறு வகையான ஆக்க அமைப்புகளைப் பெற்றிருப்பதாகத் தெரிகின்றது. உதாரணமாக விஸியா ஃபாபா (Vicia faba) வில் ஒரு பகுதி நூக்ளியோலோனீமா (nucleolonema) என்றும், மற்றொரு பகுதி அரூப பகுதி (fars amorpha) என்றும் கூறப்படுகின்றன. இவற்றில் நூக்ளியோலோனீமா என்ற பகுதி மட்டும் நெருக்கமாகத் திணிக்கப்பட்ட நுண்நார்களையும், 15 நா. மீ. அளவில் வெவ்வேறு வடிவங்களுடன் கூடிய நுண்மணிகளைப் பெற்றும் காணப்படுகின்றது. ஆனால், அரூப பகுதி நூக்ளியோலோனீமாவிலிருந்து நுண்மணிகளைப் பெறாத காரணத்தினால், வேறுபடுகின்றது. எப்படியிருந்த போதிலும், இந்த இருபகுதிகளிலும் இருக்கின்ற நுண்நார்களும், நுண்மணிகளும் ரிநூஅ வைப் பெற்றிருக்கின்றன. மேலும், நூக்ளியோலோனீமாவில், அடர்த்தியற்றும், சிதறியும், காணப்படுகின்ற நுண்நார்களையும் நுண்மணிகளையும் பெற்றுள்ள பெரிய சாற்றுக்குழிகள் அடங்கியிருக்கின்றன. செல்பிரிதல் ஏற்படுகின்ற பொழுது, இந்தச் சாற்றுக் குழிகள் போன்ற அமைப்புகள் மறைந்து விடுகின்றன. அதே சமயத்தில், நூக்ளியோலுஸ் ஒரு ஒழுங்கற்ற வடிவத்தைப் பெற்றும், குரோமோஸோம்களுக்கிடையே பல நீட்சிகளைத் (projections) தோற்றுவித்தும் காணப்படுகின்றன.

நூக்ளியோலுஸின் செயல்

ரிபோஸோம் ரிநூஅ (Ribosomal RNA) நூக்ளியோலுஸில் அடங்கியிருக்கின்றது. ஒருவேளை நூக்ளியோலுஸ் ரிபோஸோம் ரிநூஅ வின் சேர்க்கையை உண்டாக்கக் கூடும் என்று கருதப்படுகின்றது. நூக்ளியோலுஸில் டிநூஅ (DNA)வும் ஓரளவிற்குக் காணப்படுகின்றது. உதாரணமாக, விஸியாவின் (Vicia) பிரித்து எடுக்கப்பட்ட நூக்ளியோலுஸில் செல்லின் மொத்த டிநூஅ அளவில் 17 சதவீதமும், நூக்ளியஸ் ரிநூஅ வின் மொத்த அளவில் 40 சதவீதமும், அடங்கியிருப்பதாக மதிப்பிடப்பட்டிருக்கின்றது. (Mcheish, 1964).

ஸெண்டிரியோல்களும், கதிர் நார்களும் (Centrioles & Spindle fibres) மைட்டோடிக் செல்பிரிதலின் பொழுது, கதிர்நார்கள் உண்டாகின்ற துருவப் (pole) பகுதிக்கு ஸெண்டிரியோல் என்று பெயர். இது அனேகமாக, நூக்ளியஸ் உறைக்கு வெளிப்புறமாக பிராணிகளிலும், ஃபிலஜெல்லாவைப் பெற்றிருக்கின்ற ஆல்காவிலும் உண்டாகின்றது. புரோஃபேஸ் குரோமோஸோம்களின் ஸெண்ட்ரோமியர்கள் (centromeres) இந்த ஸெண்டிரியோல்களுக்கு அருகில் அமைந்து காணப்படுகின்றன.

கதிர் நார்கள் புரதத்தையும், ஓரளவிற்கு ரிநூஅ வையும் பெற்றிருக்கின்றது. கதிர் நார்களை ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பில் பார்க்கும் பொழுது, பல நுண் குழல்கள் (microtubules) ஒன்று சேர்ந்த திரள்களாகவும், அதே சமயத்தில், ஃபேஸ் அல்லது போலரைஸிங் (phase or polarizing) மைக்ராஸ்கோப்பில் பார்க்கும் பொழுது, இவை ஒரு நுண்குழலையும் அதைச்சுற்றிக் காணப்படு கின்ற ஒரு ஒளிப்பகுதியையும் குறிக்கின்றன.

நூக்ளியஸின் இதர உட்பொருள்கள் (Nuclear inclusions) இடைநிலை நூக்ளியஸ்களில், வேறு பல உட்பெருள்கள் அடங்கி இருப்பதாக எ. மை வின் மூலம் தெரியவருகின்றது. ஆனால் இவையெல்லாம் தாவரங்கள், பிராணிகளின் எல்லாச் செல்களிலும், எப்பொழுதும் காணப்படுகின்றன என்று கூறுவதற்கில்லை. இவற்றைக் குறித்து இப்பொழுது தெரிந்து கொள்வோம். அவை யாவன :

(1) பீஸம் (Pisum) நுனிச் செல்களில் (apical cells) தேன் கூடுப்போன்ற அமைப்பு ஒன்று நூக்ளியஸ்களில் இருப்பதாக அறிவிக்கப்பட்டிருக்கின்றது. (Hyde, 1965). இதனுடைய முழு குறுக்களவு 250 நா.மீ. இப்படிப்பட்ட அமைப்பு நீண்ட 'செல்களைப்' பெற்றிருக்கின்றன. இந்த நீண்ட செல்களுக்கு இடையே இருக்கின்ற தூரம் 25 நா.மீ. ஆக இருக்கின்றது. இந்தச் 'செல்' ஒவ்வொன்றும், நார்களினால் ஆக்கப்பட்டும், இந்த நார்களெல்லாம் ஒன்று சேர்ந்து நெருக்கமாக அமைக்கப்பட்டும் இருக்கின்றது.

(2) ரிபோஸோம் போன்ற நுண் தூள்கள் (particles) நூக்ளியோலுஸ்களில் இருப்பதாகக் காட்டப்பட்டு இருக்கின்றது. இவை ஒவ்வொன்றின் குறுக்களவு 15 நா. மீ. அளவில் இருப்பதாகவும், ஆனால், இவை ஸைட்டோபிளாஸத்தில் இருக்கின்ற ரிபோஸோம்களின் அளவைவிட சிறியதாகவும் இருக்கின்றன. இருந்தபோதிலும், இவை ரிநூஅ வைப் பெற்றிருக் கின்றன.

(3) 30 நா. மீ. குறுக்களவைப் பெற்றுள்ள வேறு சில நுண்தூள்கள் சிலசெல்களின் குரோமாட்டினில் காணப்படுகின்றன.

(4) 10 நா. மீ. குறுக்களவை உடைய நுண்தூள்கள் சில நூக்ளியஸ்களில் திரள்களாக உண்டாகின்றன. எப்படியிருந்த போதிலும், மேலே கூறப்பட்ட நூக்ளியஸின் உட்பொருள்களின் சிறப்புத்தன்மை என்ன என்பதைக் குறித்து, இதுகாறும் தெரிந்து கொள்ள முடியவில்லை.

6.2 குரோமோஸோம்கள் (chromosomes)

உயிரினங்களின் செல்களின் ஏனைய பாகங்களைவிட குரோமோஸோம்களைக் குறித்துத்தான் அதிக அளவில் ஆராயப் பட்டிருக்கின்றது. ஏனென்றால், இவை உயிரினங்களின் பாரம் பரிய நிகழ்ச்சிகளிலும், சந்ததிகள் வரலாற்றிலும், தோற்ற நிகழ்ச்சிகளிலும், முக்கியமானதும், முதல் தரமானதுமான பங்கை வகிக்கின்றது. **எண்ணிக்கை (Number):** பொதுவாக, ஒவ்வொரு சிற்றினத்தின் செல்லிலும், குரோமோஸோம்களின் எண்ணிக்கை ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையில் உண்டாகியிருப்பதாகக் கொள்ளலாம். ஆனல், தற்காலத்தில் ஆராய்ச்சிகளின்படி இந்த உண்மையை முற்றிலும், ஒத்துக் கொள்ளக் கூடியதாக இல்லை. உதாரணமாக, **கிளெய்த்தோனியா விர்ஜீனியாக்கா** (claytomia virginiaca) என்ற இனத்தில் மட்டும், ஏறக்குறைய வெவ்வேறு வகையான குரோமோஸோம்களினமைப்பைக் கொண்ட 50 வித ஸைட்டோடைப்புகள் (cytotypes) இருப்பதாகக் கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளது. இதிலிருந்து ஒல்வொரு சிற்றினத்திற்கும், ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையில்தான் குரோமோஸோம்கள் இருக்க வேண்டும் என்று இதுகாறும் கருதப்பட்டுவந்த அடிப்படையான உண்மை இப்பொழுது சந்தேகத்திற்கு உட்படுவதாகத் தெரிகின்றது. மேலும் கூர்ந்து ஆராயும் பொழுது, குரோமோஸோம்களின் எண்ணிக்கை ஒவ்வொரு சிற்றினத்திலும், ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையில் இருப்பது, ஆக்குத்திசுக்களைப் பொறுத்த மட்டிலும் முற்றிலும் பொருந்தும். ஆனல், இவற்றில் இருந்து உண்டாகி மாறுபாடுகளை அடைந்த திசுக்களில், குரோமோஸோம்களின் எண்ணிக்கை பல மடங்கு இரட்டித்துக் காணப்படும். அதாவது, பாலிபிளாய்ட்களாகக் (polyploids) காணப்படுகின்றன. இந்த நிலை சாதாரணமாக, குரோமோ ஸோம்களைக் குறித்த ஆராய்ச்சிகளின் வாயிலாக மட்டும் தெரிவதில்லை. ஏனென்றால், குரோமோஸோம்களைக் குறித்த ஆராய்ச்சிகளிலெல்லாம், செல்பிரிதல்கள் ஏற்படுகின்ற செல்களில், இருக்கின்ற குரோமோஸோம்களைக் குறித்து மட்டும், கவனம் தொன்றுதொட்டு இதுவரையிலும் செலுத்தபட்டு வருகின்றது. மேற்கூறப்பட்ட காரணங்கள் மட்டுமல்லாமல், வேறு சிலவற்றினுலும்கூட குரோமோஸோம்களின் எண்ணிக்கை சிற்றினத்திற்குத் தக்கவாறு, நிரந்தரமான எண்ணிக்கையில் அமைவதில்லை. உதாரணமாக, மைட்டோஸிஸ், (mitosis) மெய்யோஸிஸ் (meiosis) வகை செல்பிரிதல்கள் நிகழ்ச்சிகளில், ஒருமகள் நூக்ளியஸ் மட்டும், ஒத்த குரோமோஸோம்கள் எல்லா வற்றையும் பெற்று, மற்றொரு மகள் நூக்ளியஸ் பெருமல்,

இயற்கைக்கு மாருன முறையில் பிறழ்ந்து ஏற்படுகின்ற நிகழ்ச்சி களில், குரோமோஸோம்களின் எண்ணிக்கை அப்பொழுதுகப் பொழுது உண்டாகின்ற செல்களில், வேறுபட்டுக் காணக் கூடும். வேறு வகையில் கூறப்போனுல், ஒரு மகள் செல் மட்டும், கூடுதலான குரோமோஸோம்களைப் பெறுதலின் மூலம், அந்தச் செல்லின் குரோமோஸோம்களின் எண்ணிக்கை, தாய்ச் செல்லை விட கூடுதலாக ஒரு குரோமோஸோமைப் பெற்றுக் காணப்படு கின்றது. இந்தச் செல்லை டிரைஸோமிக் (trisomic) என்று கூறுவர். அதே சமயத்தில் கூடுதலான குரோமோஸோமைப் பெருத மகள் செல்லை மானோஸோமிக் (monosomic) என்று கூறுவர்.

அமைப்பு (Structure) : மெட்டாஃபேஸ் (metaphase) அல்லது அஞஃபேஸ் (anaphase) குரோமோஸோம்கள் தான் தொன்று தொட்டு, அனேகமாக எல்லோராலும். ஆராயப்பட்டு வந்து இருக்கின்றன. ஏனென்ருல், இந்த இரு வகை செல்பிரிதல் நிலைகளில் தான் குரோமோஸோம்கள் அதிக அளவில் சுருக்க மடைந்து ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பில் எளிதில் பார்க்கக் கூடிய தன்மையைப் பெற்றிருக்கின்றன, குரோமோஸோம்களைப் பேஸிக் வண்ணங்களினுல் (basic dyes) சாயப்படுத்திப் பார்க்க முடியும். மேலும், செல்கள் உயிருற்ற நிலையில் இருக்கும் பொழுது, அவற்றில் இருக்கின்ற குரோமோஸோம்களைச் சாயப்படுத்தாத நிலையில், அப்படியே குரோமோஸோம்களைச் ஃபேஸ் குறுக்கிடும் (Phase & interference) மைக்ராஸ்கோப்புகளின் மூலம் பார்க்க முடியும். செல் நிகழ்ச்சிகளில் ஏற்படுகின்ற இவற்றின் சலனத்தை சினிமா (cine photography) படம் உருவாக்க முடியும். மெட்டா ஃபேஸ் குரோமோஸோம்கள் உருளைகள் போன்றும், 0·2 லிருந்து 50 மைக்ரான்கள் வரை நீளத்தையும், 0·2 லிருந்து 2 மைக்ரான்கள் வரை குறுக்களவையும், பெற்றுக் காணப்படு கின்றன. இந்த அளவு மாறுபாடுகள் இனத்திற்குத் தக்கவாறு வேறுபடுகின்றன. இந்த வகையில் பார்க்கப் போனுல் டிரில்லியும் Tirllium) என்ற செடியின் குரோமோஸோம்கள் மிகப் பெரிய அளவினதாக இருக்கின்றன என்று கூறப்படுகின்றது. சாதாரண மாக இடைநிலையில் இருக்கின்ற நூக்ளியஸில் தான் குரோமோ ஸோம்கள் அதிக நீளத்துடன் காணப்படுகின்றன. விளக்கு பிரஷ் (lamp brush) குரோமோஸோம்கள் 800 மைக்ரான்கள் வரை நீளத்தைப் பெற்று இருக்கக் கூடும். குரோமோஸோம்களின் வடிவம், அவற்றில் அமைந்து இருக்கின்ற ஸெண்ட்ரோமியர்களின் இடத்தைப் பொறுத்து மாறுபடுகின்றது. ஏனென்ருல், இந்த ஸெண்ட்ரோமியர்கள் இருக்கின்ற இடங்களில் தான் குரோமோ

ஸோம்கள் வளைகின்றன, உதாரணமாக, ஸெண்ட்ரோமியர் குரோமோஸின் மையத்தில் அமைந்திருக்கும் பொழுது, குரோமோஸோம் இரு சமப் பகுதிகளாக மடிந்து அனஃபேஸ் நிலையில் காணப்படும். ஆனால் ஸெண்ட்ரோமியர், குரோமோஸின் ஒரு நுனியில் உண்டாகி இருக்கும் பொழுது அனஃமேஸ் நிலையில், ஒரு நேரான குச்சி போன்று காணப்படும்

ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பில் குரோமோஸோம்களைப் பார்க்கும் பொழுது, அவை ஒவ்வொன்றும் நான்கு பகுதிகளைப் பெற்றிருப்பதாகத் தெரிகின்றது அவையாவன :

(1) ஸெண்ட்ரோமியர்கள்

(2) யூகுரோமாட்டின் (euchromatin)

(3) ஹீட்டிரோ குரோமாட்டின் (heterchromatin)

(4) நூக்ளியோலுஸ் ஆர்கனைஸர்கள் (nucleoar organizers)

1- ஸெண்ட்ரோமியர்கள் (Centromeres) ஸெண்ட்ரோமியர்களுக்கு கினிடோகோர்கள் (kinetochores) என்றும், பினரமரி சுருக்கமாக (primary contriction) என்றும் மறு பெயர்களுண்டு. இவற்றின் உதவியால்தான் அனஃபேஸ் நிலையில் குரோமோஸோம்கள் செல்லின் இரு துருவங்களை நோக்கிச் செல்கின்றன. குரோமோஸோம்களின் எண்ணிக்கை வேறுபடுவது போல், அவற்றில் காணப்படுகின்ற ஸெண்ட்ரோமியர்களின் எண்ணிக்கையும் வேறுபடுகின்றன. உதாரணமாக ஒன்று அல்லது இரண்டிற்கு மேற்பட்டு ஸெண்ட்ரோமியர்கள் இருக்கக்கூடும். இரண்டு ஸெண்ட்ரோமியர்களைப் பெற்றிருக்கின்ற குரோமோஸோம்களை டைஸெண்டிரிக் (dicentric) குரோமோஸோம்கள் என்றும், இரண்டிற்கும் மேற்பட்டு பல ஸெண்ட்ரோமியர்களைப் பெற்றிருக்கின்றவைகளைப் பாலிஸெண்டிரிக் (polycentric) குரோமோஸோம்களின் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. லூஸீலா (Luzula) போன்ற சில உதாரணங்களில் ஸெண்ட்ரோமியர்கள் மேலே கூறியபடி குரோமோஸோம்களின் நீளத்தில் குறிப்பிட்ட பகுதிகளில் மட்டும் அமைந்திராமல், அவற்றின் முழு நீளத்திலும், பரவலாகப் பரவியிருக்கின்றன, ஒரு சிற்றினத்தின் ஒவ்வொரு நூக்ளியஸில் இருக்கின்ற குரோமோஸோமின் ஸெண்ட்ரோமியர் இருப்பிடம் எப்பொழுதும் நிரந்தரமாக இனத்திற்குத் தக்கவாறு ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் தான் அமைந்திருக்கும் என்ற உண்மை குறிப்பிடத்தக்க தொன்றாகும். வேறு வகையில் கூறப்போனால் இவற்றின் இருப்பிடங்களைப் அடிப்படையாகக் கொண்டுதான்

குரோமோஸோம்களைப் பிரித்தறியக் கூடிய அளவிற்கு இவை நிரந்தரமாகக் காணப்படுகின்றன.

(2) **யூக்குரோமாட்டின்** (Euchromatin) குரோமோஸோம்களின் மொத்த அடிப்படைக் பொருளுக்கு யூக்குரோமாட்டின் என்று பெயர். குரோமோஸோம்களில் ஜீன்களும் (genes) இந்தப் பொருளினுல் ஆக்கப்பட்டிருக்கின்றது. செல்பிரிதலின் நிலைகளைப் பொருத்து, இது மாறுபடுகின்றது. உதாரணமாக, மைட்டோஸிஸ் ஏற்படுகின்ற பொழுது, இது இருக்கின்ற (condensation) நிலையை அடைகின்றது. பிறகு இடைநிலையில் இருக்கின்ற நூக்ளியஸில், இது முந்திய நிலையை, அதாவது சுருளற்றதும், நெகிழ்வுற்றதுமான நிலையைப் பெறுகின்றது,

(3) **ஹீட்ரோகுரோமாட்டின்** (Heterochromatin) : சுருள்கின்ற (coiling) முறையிலும், இறுகுகின்ற முறையிலும், யூக்குரோமாட்டினிலிருந்து வேறுபடுகின்ற குரோமோஸோம்களின் ஏனையப் பகுதிகளுக்கு ஹீட்ரோகுரோமாட்டின் என்று பெயர். இது மட்டுமல்லாமல், ஹீட்ரோகுரோமாட்டின், யூக்ரோமாட்டினில் இருந்து வேறு சில அடிப்படைகளிலும் வேறுபடுகின்றது. உதாரணமாக, ஹீட்ரோகுரோமாட்டின், யூக்குரோமாட்டினைப் போலல்லாமல், இடைநிலை நூக்ளியஸில், இறுக்குற்றநிலையில் காணப்படுகின்றது. மேலும், இடைநிலை நூக்ளியஸில் ஹீட்ரோ குரோமாட்டின் கூறுகள், புள்ளிகள் (spots) போன்று காணப்படும் பொழுது, அவற்றுக்கு குரோமோமையங்கள் (chromocenters) என்று பெயர். மைட்டோஸிஸில் ஹீட்ரோகுரோமாட்டின் யூக்குரோமாட்டின் போலன்றி வேறு விதமாகச் சாயம் எடுத்துக் கொள்கின்றது. டிநூஅ சேர்க்கையை ஹீட்ரோகுரோமாட்டினும், யூக்குரோமாட்டினும் வெவ்வேறு நேரத்தில் முறையே ஏற்படுத்துகின்றன.

(4) **நூக்ளியோலுஸ் ஆர்கனைஸர்கள்** (Nucleolar organizers) மெட்டா குரோமோஸோம்களில் காணப்படுகின்ற சுருக்கங்களுக்கு (constrictions) நூக்ளியோலுஸ் ஆர்கனைஸர்கள் என்று பெயர். இந்தப் பகுதிகளில், குரோமோஸோம்கள், ஸெண்ட்ரோமியர்களில் வளைவது போன்று வளைவதில்லை. இந்த நூக்ளியோலுஸ் ஆர்கனைஸர்களை செகண்டரி சுருக்கங்கள் (secondary canstriction) என்று அழைக்கலாம், (ஸெண்ட்ரோமியர்களுக்குப் பிரைமரி சுருக்கங்கள் என்ற மறுபெயர் இருப்பது போன்று இவற்றில் சிலவற்றில் இருந்துதான் மைட்டோஸின் இறுதியில், நூக்ளியோலுஸ் உண்டாகின்றது. ஹேப்லாய்ட்

(haploid) செட்டின், (set) ஒவ்வொரு குரோமோஸோமும், ஒரு நூக்ளியோலுஸ் ஆர்கனைஸரைப் பெற்றிருக்கின்றது. ஒவ்வொரு குரோமோஸோமைப் பொறுத்து, இதனுடைய இருப்பிடம் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் நிரந்தரமாக இருப்பது குறிப்பிடத்தக்கதாகும். சில வகை உயிரினங்களில், நூக்ளியோலுஸ்கள் இருந்த போதிலும், நூக்ளியோலுஸ் ஆர்கனைஸர்கள் இருப்பதில்லை. ஆனால், இந்த நிலையில் நூக்ளியோலுஸ்கள் குரோமோஸோம்களின் முனையிலிருந்தோ அல்லது ஸெண்ட்ரோமியர்களிலிருந்தோ தோற்றுவிக்கப் படுகின்றன.

சில குரேமோஸோம்களில், செகண்டரி சுருக்கம், அவற்றின் முனையில் உண்டாகி, ஒரு நுட்பமான இழையினால் குரோமோஸோமின் மற்றொருப் பகுதியுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கலாம். இந்த நுட்பமான இழையினால், இணைக்கப்படுகின்ற சிறிய அமைப்பிற்கு ஸேட்டலைட் (satellite) என்று பெயர்.

நூக்ளியஸின் சுழல் வட்டத்தின் ஒரு சில குறிப்பிட்ட நிலைகளில் இருக்கின்ற குரோமோஸேம்கள் சுருள்களைப் (coils) பெற்றிருக்கின்றன. நூக்ளியஸ் இடைநிலையிலிருந்து மைட்டோஸிஸ் நிலைகளையடையும் பொழுது இந்தச் சுருள்களின் உதவியால் தான் குரோமோஸோம்கள் தடிப்புறுவதும் (thickening) குறைவுறுவதும் (shortening) ஏற்படுகின்றன. இந்தச் சுருள்கள், மைக்டோஸிஸில் புரோஃபேஸ் (prophase) நிலையில் காணப்படுகின்ற குரோமாட்டிகள் (chromatids) (குரோமோஸோம் நீளப் போக்கில் இரண்டாகப் பிரிவுற்று உண்டாகின்ற ஒவ்வொரு பாதி குரோமோஸோமிற்கும் குரோமாடிட் (chromatid) என்று பெயர்). ஒன்றையொன்று சுற்றிக் கொண்டு, இரு இழைகளினால் ஏற்படுவதைப் போன்று காணப்படும். இது போன்று, ஒன்றுடன் ஒன்று இணைந்து காணப்படுகின்ற சுருளுக்குச் சார்புற்ற சுருள் (relational coiling) அல்லது பிளக்டோனீமிக் சுருள் (plectonemic coiling) என்று பெயர். இந்த வகைச் சுருளில் இருக்கின்ற குரோமாட்டிட்களின் முனைகள் சுழன்று பிரிவு பட்டால் ஒழிய குரோமாட்டிகள் ஒன்றை விட்டு மற்றொன்று பிரிய முடியாது. (படம் 11·1). ஆனால், மெயோஸிஸ் (meiosis) பிரிதலில் குரோமாட்டிட்களில் பக்கவாட்டில் ஏற்படுகின்ற அசைவுகளின் மூலம் பிரிய முடிகின்றது. மேற்கூறிய வகைகளில் இரு குரோமாட்டிக்களுக்கிடையே சுருள்கள் ஏற்படுவது போல் ஒவ்வொரு குரோமாட்டினுள் முழுவதும் சுருள் போன்ற பகுதி அடங்கி இருக்கின்றது. இதை உட்சுருள் (internal coiling) என்று கூறுவர். குரோமோஸோம்களின் நீளம் குறைவு அடைவதும், தடிப்புத்தன்மை அடை

வதும், ஏற்கனவே கூறியபடி ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கு இந்த சுருள்களினுல் ஏற்படுகின்றது. குரோமாட்டின் உட்சுருள் அதன் பரமாணுக்கள் அமைந்திருக்கின்ற முறையைப் பொறுத்து, ஏற்படு கின்றது. வேறு வகையில் கூறப்போனுல், குரோமாடிட் அதன் ஒரு முனையிலிருந்து மற்றொரு முனையை நோக்கிச் சுழல்வதனுல் உட்சுருள் ஏற்படுவதில்லை.

மிக மெல்லிய குரோமோஸோம்களின் செக்ஷன்களை எ. மையில் பார்க்கும் பொழுது, அவை ஒவ்வொன்றின் மத்தியில் 7 நா. மீ அகலத்தை உடைய நார்களினுலான ஆக்ஸியல் (axial) அமைப்பு இருப்பதாக அறிவிக்கப்பட்டிருக்கின்றது. (Painter, 1964). இந்த ஆக்ஸியல் அமைப்பு புரதப் பொருளினுல் ஆக்கப் படும். இதைச் சுற்றி டிநூஅ சில இடங்களில் அமைந்தும் மேற் கூறப்பட்ட சுருள்களை உண்டாக்குகின்றது. ஜீன்களின் செயலற்ற நிலையில், டிநூஅ நெருக்கமான முறையில், சுருள்களை ஏற்படுத்தியும், அதே சமயத்தில், ஜீன்கள் செயல்படும் பொழுது, இந்தச் சுருள்கள் நெகிழ்ந்து சுருள்கள் அவிழ்ந்து விடுகின்றன. குரோமோஸோம்கள் உள்ளமைப்பைக் குறித்து மற்றொரு கோட் பாடும் நிலவி வருகின்றது. இதன் படி, ஒவ்வொரு குரோமோ ஸோமும், கயிற்றில் இருப்பது போல் பல இழைகளினுல் ஆக்கப் பட்டிருக்கின்றது என்பதாகும். ஆனுல், இந்தக் கோட்பாட்டிற்கு, முன் கூறப்பட்ட கோட்பாட்டிற்கு இருக்கின்ற அளவிற்கு ஆதரவு இல்லை.

மெயோஸிஸில் புரோஃபேஸ் நிலையில் ஒத்த தன்மைகளை உடைய குரோமோஸோம் ஜதைகள் ஒன்றை நோக்கி ஒன்று நகர்ந்தும், தொட்டும், இறுதியில் அவை ஒன்றுடன் ஒன்று நெருக்கமாக இணைகின்றன. இந்த நிகழ்ச்சியை ஸினுப்ஸின் (synapsis) என்று கூறுவர். இந்த ஸினுப்ஸிஸ் ஏற்படுவதற்கான சக்தி எவ்வாறு கிடைக்கின்றது என்பதன் விளக்கம் நெடுநாட் களாகக் கிடைக்காமல் இருந்து வருகின்றது. ஸினுப்டினீமல் காம்பளக்ஸ் (synaptinemal complex) என்ற தொரு அமைப்பு மேற் கூறியவாறு இணைந்த இரு குரோமோஸோம்களுக்கிடையே உண்டாகின்றது என்று எ. மையின் மூலம் தெரிய வருகின்றது. இந்த அமைப்பில் குரோமோஸோம்களின் நீளத்திற்கேற்ற இணைப் போக்கில் அமைந்திருக்கின்ற மூன்று ரிப்பன்கள் (ribbons) போன்ற அமைப்புகள் காணப்படுகின்றன. இந்த மூன்று ரிப்பன்களின், பக்கவாட்டில் இருக்கின்ற ஒவ்வொரு ரிப்பனும், குறுக்கு வெட்டில் 20 × 100 நா. மீ அளவையும், அதே சமயத்தில் மிக நெருக்க மாக, அமைந்திருக்கின்ற இழைகளையும் (filaments) பெற்றிருக்

கின்றன. பக்க வாட்டில் அமைந்திருக்கின்ற இரு ரிப்பன்களும் மேற்கூறப்பட்ட அமைப்பை பெற்றிருக்கின்ற பொழுது, இவைகளி ரண்டின் மத்தியில் இருக்கின்ற ரிப்பன் மட்டும் இணைப் போக்கில் அமைந்திருக்கின்ற குச்சிகளைப் (rods) பெற்றிருக்கின்றது. ஆனல், பக்கவாட்டில் இருப்பவைகளுடன் தொடர்பு கொள்ளாமல் இவை தனித்து நிற்கின்றன. (Roth, 1966) பக்கவாட்டில் இருக்கின்ற ரிப்பன்களின் வெளிப்பக்கங்கள் குரோமோஸோம்களின் குரோமாட்டினைப் பெற்றிருப்பதாகக் கருதப்படுகின்றது. இந்த அளவிற்கு ஸினெப்டினீமல் காம்பளக்ஸின் நுண் அமைப்பைக் குறித்துத் தெரிந்த போதிலும், இது ஸினெபஸிஸ் ஏற்படுவதற்கு எந்த வகையில் உதவுகின்றது என்பதைக் குறித்தும், இந்த அமைப்பு எவ்வாறு உண்டாகின்றது என்பதைக் குறித்தும் இன்று வரை சரிவரத் தெரியவில்லை.

7. உயர்நிலைச் செல்கள்

(Specialized Cells)

செடிகளில் காணப்படுகின்ற பல வகைத் திசுக்களில், ஒவ்வொரு திசு வகையும், வெவ்வேறு தனிப்பட்டதும், குறிப்பிடத்தக்கதுமான செயல் அல்லது செயல்களை நடத்துகின்றன. அவையவைகளின் செயல்களுக்குத் தக்கவாறு, அவை சில சிறப்பான இயல்புகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. வெளிப்படுத்துகின்ற பொருள்கள், செயல்கள் என்ஸைம்கள் (enzymes) முதலியவைகளைப் பொறுத்து சில வகைச் செல்களை உயர்நிலை அடைந்தவை என்றும் பொதுவாகக் கூறப்படுகின்ற இவற்றில் சில உயிரற்றவைகளாகவும் இருக்கக் கூடும்.

(1) ஆக்குத்திசுச் செல்கள் (meristematic cells).

(2) வேர்த் தூவிகள் (root hairs),

(3) மகரந்தக் குழாய்கள் (pollen tubes).

(4) சல்லடை மூலக் கூறுகளும், துணைச்செல்களும் (sieve elements of companion cells)

(5) ரெஸின் சுரக்கும் செல்கள் (resin secreting cells).

(6) பால் சுரப்பிகள் (laticifers).

(7) ஸ்டோமாட்டா (stomata).

(8) ஒட்டுண்ணிகளின் உறிஞ்சி உறுப்பும் (haustorium of parasites) பூச்சுண்ணிகளின் சுரக்கும் செல்களும் (secretory cells of insectivorous plants).

(9) அல்லது கீலாக்ரகம் சூலகமுடி (stigma) மேற்பரப்புச் செல்கள்.

(10) உப்பு சுரக்கும் செல்கள்

(11) பாக்டீரியா முடிச்சு செல்கள் (Bacterial nodule cells) வேறு சில வகை உயிரற்ற நிலையில் செயல்படுகின்றன.

அவையாவன :

(12) வெஸல்களும், டிரக்கீட்களும் (vessels of tracheids).

7.1 ஆக்குத்திசுச்செல்கள் (Meristematic cells)

ஒவ்வொரு செடியிலும், அப்பொழுதுக்கப்பொழுது புதிதாக செல்கள், திசுக்கள் உண்டாவதற்கும், இதன் காரணமாக உறுப்புகள் தோன்றுவதற்கும் ஆககுத்திசு ஏதுவாக இருக்கின்றது. இதன் செல்களில், சாற்றுக் குழிகள் (vacuoles) இருக்கின்றன என்று நெடுங்காலமாகக் கருதப்பட்டு வருகின்றது. சாற்றுக் குழிகளின் அளவு, வடிவம், ஆகியவை திசுக்களைப் பொருந்தும் திசுக்கள் செயல்படுகின்ற பொழுது இருக்கின்ற நிலையைப் பொறுத்தும், வேறுபடுகின்றன. உதாரணமாக, அவினு (Avena) வின் கருத்தண்டினுறை (coleoptile) ஆக்குத்திசு இயல்பினைப் பெற்றிருக்கின்ற புறத்தோல் செல்களில் சாற்றுக் குழிகள் நட்சத்திர வடிவத்தில் காணப்படுகின்றன. மேலும், இவை அடர்த்தியாக சாயத்தை ஏற்றுக் கொள்கின்றன, ஆனல், புறத்தோல் செல்களுக்கு உட்புறமாக இருக்கின்ற செல்களின் சாற்றுக்குழிகள் ஒரு ஒழுங்கான வடிவத்தையும் குறைந்த அளவில் சாயத்தை ஏற்றுக் கொள்கின்ற இயல்பினையும் பெற்றிருக்கின்றன.

கேம்பியம் (cambium) என்ற ஒரு வகையான ஆக்குத் திசுவில், கணிகங்கள் (plastids) காணப்படுகின்றன. ஆனல், இவை ஒளிச் சேர்க்கை ஏற்படுகின்ற செல்களில் இருப்பவைகளி லிருந்து மாறுபடுகின்றன. ஏனென்ருல், கேம்பியத்தின் கணிகங்கள் ரிபோசோம்களைப் பெற்றிருப்பதில்லை. குளிர்காலத்தில் அதாவது அமைதியுற்ற (quiescent) கேம்பியத்தில் வழவழப்புற்ற 'எவ' (smooth surfaced ER) இருக்கின்றன. இவை பிறகு, வழவழப்பற்ற 'எவ' வாக (rough surfaced ER) மாறலாம் அல்லது வழவழப்புற்ற 'எவ' விற்குப் பதிலாக முன்வகை உண்டாகலாம். வசந்த காலத் திலும், கோடைக்காலத்திலும், நுண்குழல்கள், (microtubules) கேம்பியம் செல்களில் தெளிவாகக் காணப்படுகின்றன. இத்த நுண் குழல்கள், கோடைக் காலத்து கேம்பியத்தின் பூஸிபாம் தோற்றுவிகளின் (fusiform initials) நீளப்போக்கிற்கு, இணைப் போக்கில் (parallel) அமைந்திருக்கும் பொழுது ரே தோற்றுவி களில் (ray initials) இவை தாறுமாருக, ஒழுங்கற்ற முறையில் அமைந்திருக்கின்றன. எ.மை. மூலம், மேற்கூறப்பட்ட நுண் அமைப்புகள் பீனுஸ் (pinus) கேம்பியத்தில் காணப்படுகின்றன. இதுபோன்ற நுண் அமைப்புகள் ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களைச் சார்ந்த ஃபிராக்ஸினுஸ் (Fraxinus) என்ற பேரினத்தின் கேம்பியத்திலும், காணப்படுவதாக சமீப காலத்தில் அறிவிக்கப்பட்டுள்ளது

(Srivastava, 1966). இந்தப் பேரினத்தின் ரே, ஃபூளஸிபாரம் தோற்றுவிகளிலுள்ள சாற்றுக் குழிகளின் எண்ணிக்கை அளவு குளிர்காலத்தில் அதிகமாகவும், கோடைக் காலத்தில், அவை குறைவடைந்திருப்பதையும் பார்க்கலாம். ஆனல், இதற்கு மாருக, சாற்றுக் குழிகளின் அளவும், வழவழப்புற்ற 'எவ' வின் அளவும் அதிகரிக்கின்றன. பீனுஸின் (Pinus) அமைதியுற்ற கேம்பியத்தில் காணப்படுகின்ற நுண் குழல்கள் ஃபிராக்ஸினூஸ் (Frascinus) கேம்பியத்திலும் காணப்படுகின்றன. அதே சமயத்தில், இவை கோடைக்காலத்து கேம்பியத்தில் காணப்படுவதில்லே. மேலும், இந்தப் பேரினத்திலும், வேறு பல இனங்களின் ஆக்குத்திசுச் செல் களிலெல்லாம், ஒரு புதுவகையான அமைப்பு ஒன்று இருப்பதாக சமீப காலத்தில் அறிவிக்கப்பட்டுள்ளது. இதற்கு "பூசப்பட்ட குமிழிகள்" ("Coated vesicles") என்று பெயர். இது ஒரு வேளே பிளாஸ்மாலெம்மாவின் (plasmalemma) வளர்ச்சியாகவும் இருக்கக் கூடும் என்று கருதப்படுகின்றது. இருந்த போதிலும், ஒரு செல்லின் வளர்சிதை மாற்றத்தில் (metabolism) இதனுடைய பங்கு என்ன என்று தெரியவில்லே.

7.2 வேர்த்தூவிகள் (Root hairs)

நீரையும், கரைசல் நிலேயில் கிடைக்கின்ற உணவுச்சத்துப் பொருள்களேயும், நிலத்திலிருந்து தாவரங்கள் எடுத்துக்கொள் கின்ற முக்கியமான செயலே இந்த வேர்த்தூவிகள் செய்கின்றன. மேலும், வேர்கள் தொகுப்பின் மொத்தப் பரப்பளவைப் பன்மடங்கு அதிகரிக்கச் செய்வதற்கும் இவை உதவுகின்றன. இவற்றில், ஒவ்வொன்றும் எளிய அமைப்பை உடைய செல்களாகக் காணப் படுகின்றன. ஒவ்வொரு வேர்த்தூவியும் வேரின் புறத்தோல் செல்களின், மேற்புறப் பரப்புகளில் இருந்தும், டிரைக்கோபிளாஸ்ட் (trichoblast) என்று சொல்லப்படுகின்ற மெரிஸ்டமாய்ட்களின் (meristemoids) மேற்புறப் பரப்புகளிலிருந்தும் தோன்றி, அதன் நுனியில் ஏற்படுகின்ற வளர்ச்சியின் காரணமாக, இது நீள்கின்றது. வேர்த்தூவிகள் ஒரு குறிப்பிடத்தக்க முக்கியமான இயல்பைப் பெற்றிருக்கின்றது. அதாவது, ஒரு சில மைக்ரான்கள் பகுதிக்குள் தான், வேர்த்தூவியினுடைய சைட்டோபிளாஸத்தின் முழு இயல்பும் மாறுபடுகின்றன. மற்றெரு குறிப்பிடத்தக்க இயல்பு, வேர்த்தூவிகள் சாற்றுக் குழிகளே அற்று இருப்பதாகும். ஒல்வொரு வேர்த்தூவியின் நுனியிலிருந்து 3-5 மைக்ரான்கள் தூரத்திலிருக் கின்ற சைட்டோபிளாஸம் லெக்ட்ரான் அடர்த்தித் தன்மை பெற்றுள்ள அடிப்படைப் பொருளேப் பெற்றிருக்கின்றது. இப்படிப் பட்ட பொருளில், ஏராளமான சம (smooth) பரப்பை உடைய குமிழிகளும், ஒழுங்கற்ற வடிவத்திலுள்ள நார் போன்ற பொருள்

களும், ரிபோசோம்களின் தொகுப்புகளும் அடங்கியிருக்கின்றன. (Newcomb and Bommet, 1965) வேர்த்தூவிகளின், நீளப் போக்கில் அமைந்திருக்கின்ற நுண்குழல்கள், அவற்றின் 2-3 மைக்ரான்களின் நுனிப்பகுதிகளில் மட்டும், நுண்குழல்கள் காணப் படுவதில்லை. மேற்கூறப்பட்ட இயல்புகளின் அடிப்படையில், கவனிக்கும் பொழுது, வேர்த்தூவிகளில் இருவகையான வேறு பாடுகளை உடைய இருதுருவங்கள் (poles) ஏற்பட்டு, இருப்பதாகத் தெரிகின்றது. இந்த இரு துருவங்களில் ஒன்று, வேர்த்தூவியின் நுனிபாகத்தையும் (2-5 மைக்ரான்கள் தூரத்தில் இருப்பவை) மற்றொன்று ஏனைய பகுதியையும் (அதாவது 5 மைக்ரான்களுக்குட் பட்டிருக்கின்றவை) குறிக்கின்றது. இந்தப் பிற்பட்ட பகுதியில் தான், நுண் குழல்கள் வேர்த்தூவிகளின் நீளப்போக்கில் அமைந் திருக்கின்றன். மேலும், இந்தப் பகுதியில்தான், சைட்டோ பிளாஸம், கணிகங்களையும், கோல்கி அமைப்புகளையும், வழவழப் பற்ற 'எவ' வையும், மைட்டோகாண்டிரியாவையும், நீளப்போக் கிற்கு இணைப்போக்கில் அமைந்திருக்கின்ற நுண் குழல்களையும் பெற்றிருக்கின்றது. வேர்த்தூவிகளினுடைய நுனிப்பகுதிகளின், மேற்பரப்பில் செல்லுலோஸ் மைக்ரோஃபைப்ரில்கள் (microfibrils) தாறுமாருன முறையிலமைந்து, வலைப் போன்ற அமைப்பு போல் காணப்படுகின்றன. அதே சமயத்தில், வேர்த்தூவிகளினுட்பரப்பில், நீளப்போக்கிலமைந்த அடுக்காகக் காணப்படுகின்றது.

7.3 மகரந்தக்குழாய்கள் (pollen tubes)

வேர்த்தூவிகள் போன்று, மகரந்தக் குழாய்களிலும் அவற்றின் நுனிப்பகுதிகளில்தான் வளர்ச்சி ஏற்படுகின்றது இதன் அடிப்படையில், மகரந்தக் குழாய்களிலும், இருவகையான பகுதிகள் காணப்படுகின்றன. ஒன்றை வளர்ச்சியுறுகின்ற பகுதி என்றும், மற்றொன்றை வளர்ச்சியற்ற பகுதி என்றும் கூறுவர். இற்றின் வளர்ச்சியுறுகின்ற பகுதி மகரந்தக் குழாய்களின் நுனிகளிலிருந்து முதல் 5 மைக்ரான்கள் வரை காணப்படுகின்றது. இவை வேர்த்தூவிகளை விட அதிக வேகமாக வளர்கின்றன. இவற்றின் செல்லுறை அமைப்பும், வேர்த்தூவிகளினுடையது போல் காணப்பட்டாலும், இவை இரண்டிற்கும் இடையே ஒரு முக்கிய அடிப்படை வேறுபாடு இருக்கின்றது. அதாவது, மகரந்தக் குழாய்களின் உட்பரப்பில் அமைந்திருக்கின்ற செல்லுலோஸ் மைக்ரோஃபைப்ரில்கள், வேர்த்தூவிகளில் இருப்பது போல், நீளப் போக்கில் அமைந்திராமல், அவை குறுக்கு வாட்டில் அமைந்திருக் கின்றன. மகரந்தத் குழாய்களின் நுனிப் பகுதிகளில், வேர்த்தூவி களில் இருக்கின்ற நிலையைப் போல், சாற்றுக் குழிகளோ அல்லது

வேறு வகையான சைட்டோபிளாஸ்மிக் நுண் அங்கங்களோ தோன்றுவதில்லை. ஆனால், இந்தப் பகுதிகளில், கோல்கி அமைப்புகளிலிருந்து உண்டான குமிழிகள் மட்டும் காணப்படுகின்றன என்பது குறிப்பிடத்தக்கதாகும். இந்த ஒரு அடிப்படையில், வேர்த்தூவிகளுக்கும் மகரந்தக் குழாய்களும் இடையே வேற்றுமை காணப்படுகின்றது. தாவரங்களில் சாதாரணமாகக் காண முடியாத அபூர்வமான நிலை யொன்று மகரந்தக் குழாய்களில், காணப்படுகின்றது. அதாவது, இவற்றின் வளர்ச்சியுறுகின்ற பகுதிகளை அடுத்திருக்கின்ற, பிற்பட்ட பகுதிகளில், வழவழப்புற்ற, குழல் போன்ற 'எவ' அதிக அளவில் காணப்படுகின்றது. இந்த ஒரு குறிப்பிட்ட நிலை, எல்லாத்தாவர இனத்தின் மகரந்தக் குழாய்களுக்கும், பொதுவானதாகக் காணப்படுகின்றது. மற்றொரு குறிப்பிடத்தக்க சிறப்பான இயல்பு என்னவென்றால், மகரந்தக் குழாய்களின் நுனிகளின் வெளிப்புறத்தில், செல்லுறைப் பொருள் படிந்து 'மூடி' ('cap') போன்றதொரு அமைப்பு தோன்றுகின்றது. இந்தச் செல்லுறைப் பொருள் பல அறைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுக் காணப்படுகின்றது. இதற்கான, செல்லுறைப் பொருள் கோல்கி அமைப்புகளிலிருந்து, உண்டாகின்ற குமிழிகள் பல ஒன்று சேர்ந்து இணைந்து, இந்த 'மூடி' என்று சொல்லப்படுகின்ற அமைப்பை உண்டாக்குவதாகக் கருதப்படுகின்றது. (படம் 12·1). மேலும், இந்த 'மூடி' போன்ற பகுதி, பெக்டின் (pectin) என்ற பொருளை மிகுந்த அளவிலும் ஒரு சில வேளைகளில், 'ரிநுஅ' வையும் பெற்றிருக்கின்றது, வேர்த்தூவிகளுக்கும், மகரந்தக் குழாய்களுக்கும் இடையே இருக்கின்ற மேலே கூறப்பட்ட, ஒரு சில வேற்றுமைகளைத்தவிர, மற்றொரு முக்கியமான வேற்றுமையும் காணப்படுகின்றது. அதாவது, மகரந்தக் குழாய்களில், வேர்த்தூவிகளில் ஏராளமாகக் காணப்படுவது போல், நுண்குழாய்கள் எந்தப்பகுதியிலும், எப்பொழுதும் காணப்படுவதில்லை.

7.4 சல்லடை மூலக்கூறுகளும், துணைச் செல்களும் (Sieve elements of companion cells)

எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பினால், ஆராயப்பட்ட செல், திசு வகைகள், எல்லாவற்றையும்விட, சல்லடை மூலக்கூறுகளையும், துணைச் செல்களையும் குறித்துதான், அதிக அளவிற்கு தற்காலத்தில் ஆராயப்பட்டிருக்கின்றது. வாஸ்குலார் தாவரங்களின் (Vascular plants) வாஸ்குலார் திசுவின் ஒரு பகுதியான ஃபுளோயம் (phloem) என்ற திசு, சல்லடைக் கூறுகளையும், வெவ்வேறு வகையான பாரங்கைமா செல்களையும், நார்ச் செல்களை

யும் (fibres), தடிப்புற்ற செல்களையும் (sclereids), துணைச் செல்களையும் அல்லது ஆல்புமினஸ் செல்களையும் (albuminous cells) பெற்றிருக்கக்கூடும். சல்லடைக் கூறுகளைப் பொறுத்த மட்டில், இருவகைகள் இருக்கின்றன. ஒருவகை, சல்லடைக் குழாய்கள் (sieve tubes) என்றும், மற்றொரு வகை, சல்லடைச் செல்கள் (sieve cells) என்றும் கூறப்படுகின்றது. இவற்றில் சல்லடைக் குழாய்கள், ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களிலும், சல்லடைச் செல்கள் ஜிம்னோஸ்பர்ம்களிலும், காணப்படுகின்றன. ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களிலுள்ள. சல்லடைக் குழாய்களெல்லாம், ஒன்றன்மேலொன்றாக, வெஸல்களைப்போன்று அமைந்திருக்கின்றன. இவ்வாறு அமைந்து இருந்தபோதிலும், ஒவ்வொரு சல்லடைக் குழாயின், நுனிச் செல்லுறைப் பகுதி, வெஸல்களினத்தைப் போலல்லாமல், சல்லடைத் தட்டு (sieve plate) போன்ற அமைப்பைப் பெற்று மாறுபட்டுக் காணப்படுகின்றது. ஒவ்வொரு சல்லடைக் குழாயின் நுனிப் பகுதிகளில், சல்லடைத் தட்டுகளும், சல்லடைக் குழாய்கள் ஒன்றன்மேலொன்றாக அமைந்திருக்கின்ற அமைப்பு முறையும் சல்லடைச் செல்களில் காணப்படுவதில்லை. மேலும், ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களில், சல்லடைக் குழாய்கள் அனேகமாக, துணைச் செல்களுடன் (ஒரு வகை பாரங்கைமா செல்கள்) அமைந்திருக்கின்றன. சல்லடைக் குழாயும், துணைச் செல்லும், ஒரே தாய்ச் செல்லில் இருந்து முறையே உண்டாகின்றன. இருந்தபோதிலும், இவை இரண்டும் உள்அமைப்பு, செயல், உட்பொருள்கள், முதலியவைகளைப் பொறுத்து முறையே வேறுபடுகின்றன.

ஹார்டிக் (Hartig) என்பவர் முதன் முறையாக, சல்லடைக் குழாய்களை, 1837 ஆம் ஆண்டில் கண்டறிந்தார். சல்லடை மூலக்கூறுகள் மிகவும், நுட்பமான திசுக்களைப் பெற்றிருக்கின்றன. இதன் காரணமாக, இவற்றைக் குறித்து. ஆராய்வதற்காக, பயன்படுத்தப்படுகின்ற எந்த ஒருமுறையைக் கையாண்டாலும், அதன் மூலம் கிடைக்கக்கூடிய விபரங்கள்எல்லாம், உண்மையில் இருக்கக்கூடிய, இயல்புகளுக்கு மாறுபட்ட உண்மைகளைக் குறிக்கின்றன என்று கருதப்படுகின்றது. இதனால், இந்தத் திசுவைக் குறித்து முரண்பட்ட முடிவுகளும், ஐயப்பாடுகளும் தொடர்ந்து இருந்து கொண்டு வருகின்றன. உதாரணமாக, சல்லடைக் குழாய்கள், ஏதாவதொரு முறையில் பாதிக்கப்படும் பொழுது. அவற்றில் காலோஸ் (callose) என்ற ஒரு அடர்த்தியான பொருள், உடனடியாக உண்டாகின்றது என்பது யாவரும். அறிந்த உண்மையாகும். ஆனால், இந்தப் பொருள், சல்லடைக் குழாய்களில், அவை பாதிக்கப்படாத நிலையிலும், எப்பொழுதும் இருக்கின்றதா அல்லது அவை பாதிக்கப்படுவதன்

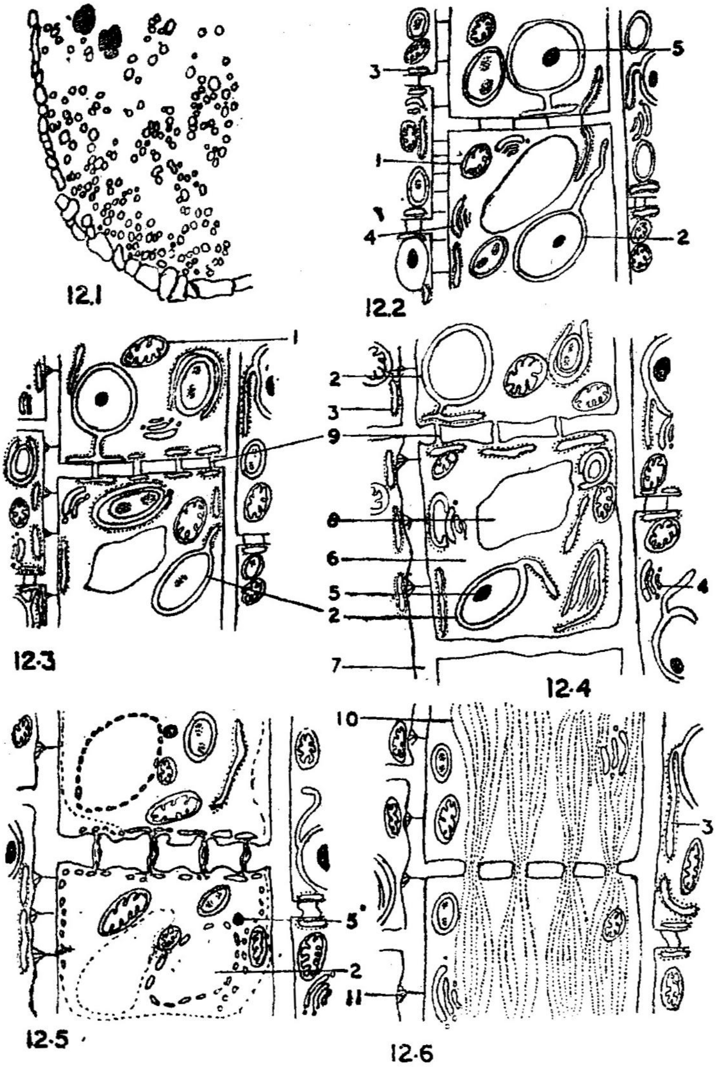
விளைவாகத்தான் தோன்றுகின்றதா என்பதைக் குறித்து ஐயப்பாடு இருந்து வருகின்றது சமீப காலத்தில், இம்பாத்தியன்ஸ் (Impatiens) சல்லடைக் குழாய்களில், காலோஸ் எப்பொழுதும் காணப்படுகின்றது என்று காட்டப்பட்டிருக்கின்றது (Engleman. 1965).

சல்லடை மூலக்கூறுகளின் தோற்றமும், வளர்ச்சியும் :

ஆக்குத்திசு நிலையிலுள்ள (meristematic) ஃபுளோயம் தாய்ச் செல் சமமற்ற முறையில், செல் பிரிதலை அடைவதன் மூலம் சல்லடைக் குழாய்ச் செல்லும், துணைச் செல்லும் முறையே உண்டாகின்றன. இந்த இருவகையான செல்களில், பெரிய செல் பிறகு சல்லடைக்குழாய்ச் செல்லாகவும், சிறிய செல் துணைச் செல்லாகவும் மாறுகின்றன. துணைச்செல்கள், அடர்த்தியான சைட்டோபிளாஸத்தையும், ஏராளமான ரிபோஸோம்களையும், தரசப் பொருள்களற்ற கணிகங்களையும். பெரிய நூக்ளியஸ்களையும் பெற்றிருக்கின்றன. (படம் 12.2) துணைச்செல்களுடன் சல்லடைக் குழாய்களையும், ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும் பொழுது, சல்லடைக் குழாய்கள் வளர்ச்சி அடைந்து கொண்டு வரும் பொழுது, பல வகையான மாறுதல்களை (துணைச்செல்களில் ஏற்படுவதைவிட) அதிக அளவில் அடைகின்றன. இந்த மாறுதல்கள் எல்லாம், முக்கியமாக சல்லடைக் குழாய்களின், சைட்டோபிளாஸத்தைப் பொறுத்தும், சல்லடைத் தட்டுகளைப் பொருத்தும் ஏற்படுகின்றன. சல்லடைத் தட்டுகள், சல்லடைக் குழாய்ச் செல்களின், நுனிச் செல்லுறை (end wall) பரப்பில் இருக்கின்ற பிரைமரி குழிப்பகுதிகள் (primary pit fields) மாற்றங்கள் அடைந்து சல்லடைத் தட்டு (sieve plate) உண்டாகிறது. இது சம்பந்தப்பட்ட மாற்றங்களைக் குறித்து பின் வரும் பகுதியில் விரிவாகத் தெரிந்துகொள்வோம். சல்லடைக் குழாய்களில், அவையவைகளின் நுனிச் செல்லுறைப் பகுதிகளில், சல்லடைத் தட்டு உண்டாகியிருப்பது மட்டுமன்றி, அவற்றின் பக்க உறைகளிலும், சல்லடைப் பரப்புகள் (sieve areas) தோன்றுகின்றன. ஆனால், சல்லடைச் செல்கள் குவிந்த நுனிப் பாகங்களைப் பெற்றிருக்கின்ற காரணத்தினால், அந்தப் பகுதிகளில், சல்லடைத் தட்டு உண்டாவதில்லை. இவற்றிற்குப் பதிலாக, அவற்றின் பக்க உறைகளில், சல்லடைப் பகுதிகள் ஏராளமாகக் காணப்படுகின்றன. சல்லடைக் குழாய்ச் செல்லும், துணைச் செல்லும், எந்தெந்த வகைகளில், மாற்றமடைந்து வளர்ச்சியுறுகின்றன என்பதைக் குறித்து இப்பொழுது ஆராய்வோம். இந்த இரு செல்களிலும், முதன்முதலாக ஏற்படுகின்ற மாற்றமாகக் காணப்படுவது, அவற்றில் சாற்றுக் குழிகள் உண்டாவதாகும். சல்லடைசக் குழாய்ச் செல் முதிர்ச்சி அடைந்து கொண்டு வரும்

பொழுது, அதில் நூக்ளியஸை இழக்கின்ற நிலை ஏற்படுகின்றது. சில உதாரணங்களில், நூக்ளியோலுஸ் வெளியேற்றப்படுகின்றது. (Esan, 1965). இந்த வகையான வளர்ச்சி மாற்றங்களின் தொடர்ச்சியில் ஸ்லைம் அங்கங்கள் (slime bodies) தோன்றி, பிறகு இவையும், தங்களுடைய வரையறையை இழக்கின்றன. பிறகு, ஸ்லைம் அங்கங்கள் திட நிலையிலிருந்து, திரவ நிலையை அடைந்து. அவையெல்லாம் ஒன்று சேர்ந்து, ஸ்லைம் இழைகள் (slime strands) உண்டாகின்றன. இந்த ஸ்லைம் இழைகள், சல்லடைக் குழாய் செல்லறையில், (lumen) காணப்படுகின்றன. (படம் 12.6) ஸ்லைம் அங்கங்கள் மாறி, ஸ்லைம் இழைகள் உண்டாவதும், நூக்ளியஸ் சிதைவடைந்து, கடைசியில், மறைவதும், ஒவ்வொரு சல்லடைக் குழாயைப் பொறுத்த மட்டில், ஒரே சமயத்தில், ஏற்படுகின்றன. இவ்வாறு சிதைவு அடைந்து உண்டாகின்ற சைட்டோ பிளாஸத்தின் அடக்கப் பொருள்களும், சாற்றுக் குழிகளின், அடக்கப் பொருள்களும் சேர்ந்த கலவையை மிக்டோபிளாஸம் (mictoplasm) என்று கூறுகின்றனர். (Englemen, 1965). சல்லடைக் குழாய்ச் செல்கள், ஏதாவது ஒரு முறையில் பாதிக்கப்படும் பொழுது. அவற்றினுடைய சல்லடைத் தட்டுக்களையும், சல்லடைப் பகுதிகளையும், ஸ்லைம் (slime) என்ற பொருள் சென்று அடைந்து ஸ்லைம் அடைப்புகள் (slime plugs) ஏற்படுகின்றன. இந்த ஸ்லைம் அடைப்புகளினுல். சைட்டோபிளாஸ்மிக் பொருள்கள் வெளிப்படுதலின் வேகம் குறைவுபடுகின்றது. மற்றொரு கோட்பாட்டின்படி, சல்லடைக் குழாய்கள், முழு வளர்ச்சியடைந்த நிலைகளில், சைட்டோபிளாஸ்மிக் இழைகளைப் (strands) பெற்றிருக்கின்றன என்பதாகும் (Thaine, 1962). மேலும், இந்த சைட்டோபிளாஸ்மிக் இழைகள், மெம்ப்ரேனினுல் வரையறுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவை செல் இடை இழைகள் (tramscellular strands) என்றழைக்கப்படுகின்றன (Thaine, 1962). செல்கட்கின்ற இழைகள் சைட்டோபிளாஸத்தினுல் ஆக்கப்பட்டவைகளாக இருக்கலாம் என்றும், முழு வளர்ச்சி அடையாத சல்லடைக் குழாய்ச் செல்களில் இருக்கின்ற ஸ்லைம் அமைப்புகளில் ஆக்கப்பட்டவைகளாக இருக்கலாம் என்று மற்றொரு கருத்தும் இருந்து வருகின்றது.

சல்லடைக் குழாய்கள், மேற்கொண்டு வளர்ச்சி அடைந்து கொண்டு வரும் பொழுது, இவற்றிற்கும், துணைச்செல்களுக்கும் இடையில் இருக்கின்ற பொதுச் செல்லுறையில் காணப்படுகின்ற பிளாஸ்மோடெஸ்மாட்டா (plasmodesmata) இணைந்து காணப்படுகின்றன. (படங்கள் 12.3-12.6) இதே சமயத்தில், செகண்டரி தடிப்புத் தன்மையும் ஏற்படுகின்றது. இந்த வளர்ச்சி நிலையில்,



படம் 36.

12·1 லிலியும் (lilium) மகரந்தக் குழாயின் நுனி (எ. மை.) கோல்கி அமைப்பிலிருந்து உண்டான குடுக்கைகள் ஒன்றுசேர்ந்து உண்டான மூடியைப் பார்க்கலாம்.

12·2 — 12·6 சல்லடை மூலக்கூறுகளின் வளர்ச்சி நிலைகள்.

ஏராளமான குமிழிகளை உண்டாக்குகின்ற கோல்கி அமைப்புகளும் காணப்படுகின்றன. பிளாஸ்மாலெம்மாவிற்கு அடுத்தாற்போல் அமைந்திருப்பதிலிருந்து, இவை செல்லுறையை உண்டாக்கு கின்றன என்று கூறப்படுகின்றது. துணைச் செல்கள், சல்லடைக் குழாய்ச் செல்கள் முதலியவற்றில், இருக்கின்ற கணிகங்கள் 'எவ; வினால் சூழப்பட்டு இருக்கின்றன. இந்த 'எவ' வின் மேற்பரப்பில்' ரிபோஸோம்கள் படிந்து காணப்படுகின்றன. (படங்கள் 12-3, 12-4). மேலும், இந்த 'எவ' பிளாஸ்மோடெஸ்மாட்டாவுடன் தொடர்பு கொள்கின்றது. இதிலிருந்து 'எவ' கடத்தல் செயலைப் புரிகின்றது என்று தெரிகின்றது. சாற்றுக் குழி உறை (tonoplast) சிதைவு அடைந்து மறைகின்றது. இந்த அளவிற்கு வளர்ச்சி அடைந்த சல்லடைக் குழாய்களில், நூக்ளியஸ், கோல்கி அமைப்பு கள், குமிழிகள், ரிபோஸோம்கள், சாற்றுக் குழி உறை, 'எவ' முதலியவை சிதைவையோ அல்லது முற்றிலும் செல்களிலிருந்து மறைந்தோ விடுகின்றன. ஆகவே, ஒரு முழு வளர்ச்சி அடைந்த சல்லடைக் குழாய்ச் செல்லின் உட்புறத்தை அடுத்து. மெம்ப்ரேன்

12-2. ஆக்குத்திசுச் செல்லிலேற்படுகின்ற சமமற்ற செல் பிரிதலின்மூலம் ஒரு பெரிய செல்லும், ஒரு சிறிய செல்லும் தோன்றி முன்னது சல்லடைக் கூறுகவும், பின்னது துணைச் செல்லாகவும் மாறுகின்றன. சல்லடை மூலக்கூறு, அடுத்திருக்கின்ற செல்களுடன் பிளாஸ்மோடெஸ்மட்டாவினால் தொடர்பு கொள்கின்றது.

12-3. இந்த நிலையில் சைட்டோபிளாஸம் அடர்த்தியற்ற தன்மையை அடைகின்றது. சாற்றுக்குழிகள் தோன்கின்றன. கணிகங்கள் தரசத்தைச் சேமிக்கின்றன. துணைச் செல்லிலுள்ள தரசமும், கணிகங்களும் எ. வ.வினால் சூழப்படுகின்றன. எ. வ. செல்லுறைக்கு இணைப்போக்கிலும், கிளையுற்ற பிளாஸ்மோடெஸ்மட்டாவிற்கு எதிர்ப் புறமாகவும் அமைகின்றன. சல்லடை மூலக்குகூறுகளில் ஸ்லைம் அமைப்புகள் எ. வ. வினால் சூழப்படுகின்றன.

12-4 சல்லடை மூலக்கூறின் சைட்டோபிளாஸம், சாற்றுக்குழி அடக்கப் பொருளிலிருந்து பிரித்தறிய முடியாத நிலையை அடைகின்றது. சாற்றுக்குழி தொடர்ந்து மேலும் விரிவடைகின்றது. காலோஸ் பிளாஸ்மோடெஸ்மட்டாவின் இரு பக்கங்களிலும் உண்டாகின்றது. பிளாஸ்மோடெஸ்மட்டா மேலும் விரிவடை கின்றது

12-5. நூக்ளியஸ் உறை சிதைவு அடைகின்றது. இரு சல்லடைக் குழாய்களுக் கிடைப்பட்ட பிளாஸ்மோடெஸ்மட்டா துளைகள் மேலும் விரிவடைகின்றன. காலோஸ், சல்லடைத் துளைகளின் இரு பக்கங்களிலும் அதிக அளவில் படிகின்றது. கணிகங் களையும். ஸ்லைம் அமைபபுகளையும் சுற்றியிருக்கின்ற எ. வ. இப்பொழுது மறையத் தொடங்குகின்றது. ஸ்லைம் அமைப்பும் செல் முழுவதும் பரவத் தொடங்குகின்றன. சல்லடைத் துளைகளுக்கு எதிர்புறத்தில் இணைப்போக்ிலமைந்திருக்கின்ற எ. வ.வும், துணைச் செல்களில் கிளைத்திருக்கின்ற பிளாஸ்மோடெஸ்மட்டாவிற்கு எதிர்ப்புறமாக அமைந்திருக்கின்ற எ. வ.வும் மறைகின்றன.

12-6. இந்த நிலையில் சாற்றுக்குழிக்கும், சைட்டோ பிளாஸத்திற்கு மிடையே உள்ள வரையறை அற்றுப்போகின்றன. ஒரு சில மைட்டோக்காண்டிரியா; கணிகங்கள், எ. வ. கூறுகள் மட்டும் செல்துறையை அடுத்து அமைகின்றன. சல்லடைச் செல் முழுவதும் நேர்த்தியான பிளாஸ்மா இழையினால் நிரம்பப்பட்டு காணப் படுகின்றது. சல்லடைத்துளிகள் விரிவடைகின்றன. இத்த்துளைகளின் மூலம் பிளாஸ்மா இழைகள் ஒரு செல்லிலிருந்து மற்றொரு செல்லிற்குச் செல்கின்றன. ஆனால் துணைச்செல் இந்தநிலையில்கூட சைட்டோபிளாஸந்தையும், ஏராளமான மைட்டோக்காண்டிரியாவையும், ரிபோஸோம்களையும் ஏராளமான எ. வ.வையும், நூக்ளியஸையும், எ. வ. வினால் சூழப்பட்ட கணிகங்களையும் பெற்றிருக்கின்றது.

களினாலான அமைப்புகளும், அடுக்குற்ற அமைப்புகளும், காணப்படுகின்றன. இவையெல்லாம், நூக்ளியஸ் உறையோ அல்லது எண்டோபிளாஸ்மிக் வலையோ சிதைவு அடைவதிலிருந்து உண்டாகின்றன. பொதுவாக, கணிகங்கள், நிலைத்து இருக்கின்றன. ஆனால், கணிகங்களின் அடிப்படைப் பொருள்கள் (matrix substances) தரசமணிகளைத் தவிர்த்து, மறைகின்றன. இந்த நிலையில் சல்லடைக் குழாய்ச் செல்லைப் பார்க்கும்பொழுது, அதனுள் பல இழைகள் வலை போன்ற அமைப்புடன் அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம் (படம் 12-6). இதனுடன் குழல் போன்ற 'எவ' வின் இழைகளும், சில சமயங்களில் கலந்து காணப்படுவதுண்டு.

சல்லடைத் தட்டில் துளைகள் உண்டாகும் முறை : துளைகள் உண்டாகப் போகின்ற பகுதிகள் ஒவ்வொன்றிலும், ஒரு பிளாஸ்மோடெஸ்மா (plasmodesma) காணப்படுகின்றது. இந்தப் பகுதிக்கு எதிர் எதிராக இரு பக்கங்களிலும், 'எவ' வும், காலோஸும் உண்டாகின்றன. ஒரு பக்கத்தில் 'எவ' வும், காலோஸீம், மறு பக்கத்தில், செல்லுறையும், ஆகியவைகளுக்கிடைப்பட்ட பகுதியில் எக்டோபிளாஸ்ட் (ectoplast) அடங்கி இருக்கின்றது. பிறகு, ஏற்படப் போகின்ற துளைகள் எவ்வளவுக்கெவ்வளவு அகலமாக இருக்கின்றனவோ, அந்த அளவிற்கு, 'எவ' யும் காலோஸீம் விரிவடைகின்றன. துளை ஏற்படப் போகின்ற பகுதிக்கு இரு பக்கத்தில் இருக்கின்ற காலோஸ் ஒன்றுடனொன்று இணைகின்றது. காலோஸ், ஒன்றுடன் ஒன்று இணைவதற்கு முன்பு, அந்தப் பகுதியில் இருக்கின்ற செல்லுறைப் பகுதி மறைகின்றது. இணைந்த காலோஸின் மத்தியில் ஒரு துவாரம் (hole) ஏற்பட்டு, பிறகு அது விரிவடைந்து, துளை உண்டாகின்றது. இந்த வகையில் சல்லடைத் தட்டின் ஒவ்வொரு துவாரமும் ஏற்படுவதிலிருந்து, அது ஒவ்வொன்றும், தொடக்கத்திலிருந்து காலோஸினால் சூழப்பட்டிருக்க வேண்டும் என்று தெரிகின்றது. (Esanetal, 1962).

வளர்ச்சியின் தொடக்கத்தில், சல்லடைக் குழாய்களின் கூறுகளுக்கும் (sieve elements) துணைச் செல்களுக்கும் (companion cells) இடையே எ. மை நுண் அமைப்புகளைப் பொறுத்து, மிகக் குறைந்த அளவிற்குத் தான் வேறுபாடு காணப்படுகின்றது (படம் 12·2) இந்த இரு வகைச் செல்களும், நூக்ளியஸ்கள், ரிபோஸோம்கள் (ribosomes), சாற்றுக் குழிகள் (vacuoles), மைட்டோக்காண்டிரியா (mitochandria), டிக்டியோஸோம்கள் (dictyosomes), எண்டோபிளாஸ்மிக் வலை (endoplasmic reticulum) ஆகியவற்றைப் பெற்றிருக்கின்றன. இவற்றின், செல்லுறைகள் மெல்லியதாக இருக்கின்றது. இப்பொழுது, சல்லடைக் குழாய்கள்

வளர்ச்சி அடைந்து கொண்டு வரும் பொழுது, எப்படிப்பட்ட மாறுதல்களை அடைகின்றன என்பதைக் குறித்து, எ.மை. மூலம் ஆராய்ந்து அறிவிக்கப்பட்ட குக்கூர்பித்தா (cucurbita) வின் ஃபுளோயத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு சிறிது ஆராய்வோம். பொதுவாக, சல்லடைக் குழாய்களின் வளர்ச்சியில் ஏற்படுகின்ற பல வகையான மாறுதல்கள் எல்லாம் மீண்டும் பின்னோக்கி, முந்திய நிலைகளை அடையக் கூடியவைகளல்ல என்பதையும், இந்த மாறுதல்கள் ஒவ்வொன்றும், ஒன்றன் பின் ஒன்றாகவும், வரிசைக் கிரமமாகவும், ஏற்படுகின்றன என்பதை நாம் நினைவில் வைத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

முதன் முதலில் சாற்றுக் குழிகள் பல ஒன்று சேர்ந்து, பெரிய தொரு சாற்றுக் குழி உண்டாகின்றது. இவ்வாறு உண்டான சாற்றுக்குழி உறையினுல் (tonoplast) சூழப்பட்டிருக்கின்றது. சாற்றுக் குழித் தன்மை (naluolation) அதிகரித்துக் கொண்டு வரும் பொழுது, ஸ்லைம் அங்கங்கள் (slime bodies) சைட்டோ பிளாஸத்தில் தோன்றுகின்றன. இவை, ஒவ்வொன்றிற்கும் இரட் டிப்பான மெம்ப்ரேன்களுண்டு. மெம்ப்ரேன் தொகுப்புகளும், நுண் அமைப்புகளும், சல்லடைக் கூறுகளின் சைட்டோபிளாஸம் முழுவதும், பரந்து காணப்படுகின்றன. ஸிஸ்டர்னுய்ட் வகையைச் (cisternoid type) சார்ந்த எண்டோபிளாஸ்மிக் வலைக் காணப்படு கின்றது. இந்த வவகயான எ.வ அடுக்கு ஒன்று பிளாஸ்மாலெம்மா விற்கு (plasmalemma) இணைப் போக்கில் அமைகின்றது. ஸ்லைம் அமைப்புகள் பரவுவதற்கு முன்பாக ஏராளமான டிக்டியோஸோம் களும் அவற்றுடன் இணைந்து காணப்படுகின்ற குடுக்கைகளும் (vesicles) மிகவும் தெளிவாகக் காணப்படுகின்றன. இப்பொழுது சைட்டோபிளாஸத்தில், ஏராளமான ரிபோஸோம்களும் காணப் படுகின்றது. இந்த உதாரணத்தில் குக்கூர்பித்தா (cucurbita) ஃபுளோயத்தில் கணிகங்கள் (plastids) காணப்படவில்லை. ஸ்லைம் அமைப்புகள் முழு அளவை அடைந்து கொண்டிருக்கும் பொழுது, செல்லின் உட்புறமாகப் பக்கவாட்டில் அமைந்திருக்கின்ற சைட் டோபிளாஸத்தின் அளவு குறுகிக் கொண்டு வருகின்றது. பிறகு ஸ்லைம் அமைப்புகள் பரவுவதற்குத் தொடங்குகின்றன. இவற்றின் பரவுதல் தொடக்கமும், சல்லடைத் தட்டில் துளைகள் உண்டா வதன் தொடக்கமும், ஒரே சமயத்தில் ஏற்படுகின்றன. ஸ்லைம் அமைப்புகள் பரவுதல் ஆரம்பமான பிறகு, டிக்டியோஸோம்களும், இவற்றுடன் இணைந்து காணப்படுகின்ற குடுக்கைகளும் மறையத் தொடங்குகின்றன. இவற்றின் பரவுதல் தொடர்ந்து ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கும் பொழுது, நுக்ளியஸ் எலக்ட்ரான் அடர்த்தித் தன்மையை (electron density) இழக்கின்றது.

மேலும், நூக்ளியஸின் இரட்டிப்பான மெம்ப்ரேன்தான் கடைசியில் மறைகின்றது. ஸ்லீம் அமைப்புகள் பரவிக் கொண்டு வரும் பொழுது, அவற்றின் அடக்கப் பொருள்களும் ஒன்றுடனொன்று இணைகின்றன. இவற்றின் நுண்ணிழைகள் (fiibrils) நீளப் போக்கில் அமைந்திருக்கின்றன. ஸலீம் அமைப்புகளின் பரவுதல், 'எவ'விற்கும், மைட்டோக்காண்டிரியாவிற்கும், இடைப் பகுதியில் இருக்கின்ற குறுகலான ஸைட்டோ பிளாஸத்தில் ஏற்படுகின்றது. தொடக்கத்தில் மெல்லியதாக இருக்கின்ற செல்லுறை வெகு சீக்கிரமாக, தடிப்புத் தன்மையைப் பெறுகின்றன. வேறு வகையில் கூறப் போனுல், நாக்ரே (nacr'e) என்று கூறப்படுகின்ற தடிப்புத் தன்மையைச் செல் அடைகின்றது.

இந்த வகையான தடிப்புத் தன்மை, ஸ்லீம் அமைப்புகள், தங்களின் முழு அளவைப் பெறுவதற்கு முன்னதாகவே ஏற்பட்டு முடிவடைந்து விடுகின்றது என்பது குறிப்பிடத் தக்கதாகும். செல்லுறையை அடுத்திருக்கின்ற ஸைட்டோபிளாஸத்தில் ஏராளமான நுண் குழல்கள் (microtubules) உண்டாகின்றன. ஆனுல், இவை முழு வளர்ச்சி அடைந்த சல்லடைக் குழாய்ச் செல்களில் காணப்படுவதில்லை. ஸ்லீம் அமைப்புகள் தோன்றும் பொழுது சல்லடைத் தட்டுகளிலும் (sieve plates), சல்லடைப் பரப்புகளிலும் (sieve areas), காலோஸ் தட்டுகள் (callose platelets) உண்டாகின்றன. இந்தக் காலோஸ் தட்டுகள் சல்லடைத் தட்டுகளின் இரு பக்கங்களிலும் ஜதையுற்றும் ஆனுல், ஸெல்வி நடு அடுக்கினுல், பிரிக்கப்பட்டுக் காணப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு தட்டும், ஒரு பிளாஸ்மோடெஸ்மாவுடன் (plasmodesona) தொடர்புற்று காணப் படுகின்றது. சல்லடைத் தட்டின் மேற் பரப்பில் இந்தக் காலோஸ் தட்டு உண்டாவதற்கு முன்பு, சல்லடைத் தட்டு பார்ப்பதற்கு ஏறக்குறைய ஒரே விதமான தடிப்புத் தன்மையைப் பெற்றிருப் பதாகத் தெரிகின்றது. ஆனுல், சிறிது நேரத்திற்குப் பிறகு, சல்லடைத் தட்டின் துளைப் பகுதிகள் மட்டும் தடிப்புற்றுக் காணப் படுகின்றன. 'எவ' பிளாஸ்மாலெம்மாவிற்கும் இணைப்போக்கில் அமைந்து காணப்படுகின்றன. காலோஸ் படிந்தபிறகு 'எவ'வின் மெம்ப்ரேன்கள் படியாத சல்லடைத் தட்டுகளின் இரு பகுதிகளின் இரு பக்கங்களுக்கும் எதிர்எதிராக அமைந்திருக்கின்றன.

ஆனுல், இந்த முடிவு ஏற்கெனவே, கூறப்பட்டதற்கு முரண் பட்டதாகும். (Esanctal 1962, 1965) காலோஸ் நாளடைவில் சல்லடைத் தட்டின் தடிப்புத் தன்மையைப் பொறுத்தும், அகலத் தைப் பொறுத்தும் மேலும் விரிவடைகின்றது. காலோஸ் படிந் திருக்கின்ற பகுதிகளுக்கிடைப்பட்ட தடுப்புகள் (bars) போன்ற

பகுதிகளில், செல்லுறைப் பொருள்கள் படிவதன் மூலம், அவை தடிப்புறுகின்றன. ஏற்கெனவே, காலோஸ் படிந்திருக்கின்ற பகுதிகள் மேற்கொண்டு, செல்லுறைப் பொருள் படிவதைத் தடுக்கின்றன. இதன் பிறகு, துளைப் பகுதிகளில், அதாவது, செல் நடு அடுக்கு (middle lamella) பகுதியிலிருக்கின்ற பிளாஸ்மாடெஸ்மாவைச் சுற்றி இருக்கின்ற செல்லுறைப் பொருள் அகற்றப்படுவதிலிருந்து, அந்தப் பகுதிகளில் மட்டும் சிறு துளைகள் உண்டாகின்றன. இவ்வாறு உண்டான துளைகளுக்கு மேலும், கீழும் காணப்படுகின்ற காலோஸீம் உடனடியாக மறைகின்றது. இந்த உண்மை, காலோஸ் தட்டுகள், ஒன்றுடனென்று இணைவதனுல், துளைகளுண்டாகின்றன என்று ஏற்கெனவே அறிவிக்கப்பட்டதற்கு முரண்பட்டதாகும். (Esan, e al. 1962; 1965). மேலும் துளைப் பகுதிகளின் திறப்புகள் நூக்ளியஸ் சிதைவடைந்த பிறகும், சாற்றுக் குழிஉறை மறைந்த பிறகும், ஸ்லைம் சிதறிய பிறகும்தான் உண்டாகின்றன என்ற முற்பட்ட கருத்திற்கு (Esan, et al. 1962) மாருக, மேற்கூறப்பட்ட மாற்றங்கள் ஏற்படாததற்கு முன்னதாகவோ அல்லது இவற்றுடன் சேர்ந்தோ ஏற்படுகின்றன என்று விளக்கப்பட்டிருக்கின்றது. (Evert otal, 1966) இந்தச் சமயத்தில், ஸ்லைம் அமைப்புகள் செல் முழுவதும் பரவிக் காணப்படுகின்றன. சல்லடைத் தட்டுகள் துளைகளைப் பெற்றுவிடுகின்றன. நூக்ளியஸும், ரிபோஸோம்களும் மறைந்து விடுகின்றன. சாற்றுக் குழிகளின் உறை மறைந்து, ஸ்லைம் சல்லடைச் செல்லின் மத்திய பகுதியில் பரவி விடுகின்றது. இவ்வாருக மேற்கூறப்பட்ட, பல தரப்பட்ட மாற்றங்களினுல், ஒவ்வொரு சல்லடைக் குழாய் செல்லும் முழு வளர்ச்சி அடைந்து முதிர்ச்சி அடைகின்றது என்று தற்பொழுது விளக்கப்பட்டிருக்கின்றது. (Evert et al 1966).

இப்படிப்பட்ட ஒரு முழு வளர்ச்சி அடைந்த, சல்லடைக் குழாய்ச் செல்லை, இப்பொழுது காணும்பொழுது, அது நூக்ளியஸ் சுற்றும், பிளாஸ்மாலெம்மாவினுல் வரையறுக்கப்பட்டும், ஒன்று அல்லது பல ஸிஸ்டர்ன போன்ற 'எவ' அடுக்கைப் பெற்றும், செல்லின் மத்திய பகுதி, செல்லுறை ஒட்டிய பகுதியிலிருந்து (parictal) ஒரு மெம்ப்ரேனினுல் பிரிக்கப்பட்டும், இருப்பதைப் பார்க்கலாம். ஏராளமான மைட்டோக்காண்டிரியாவும், ரிபோஸோம்களும், சில வேளைகளில் காணப்படுவதுமுண்டு.

7·5. ரெஸின் சுரக்கும் செல்கள் (Resin secreting cells)

இந்தச் செல்களில் காணப்படுகின்ற குறிப்பிடத்தக்க இயல்பு என்னவென்ருல், இவற்றை அடுத்திருக்கின்ற பாரங்கைமா, செல்களில் இருக்கின்ற கணிகங்களின் எண்ணிக்கையைவிட, இவற்றில்

அதிக அளவில்கணிகங்கள் காணப்படுவதாகும். இருந்தபோதிலும் பாரங்கைமா செல்களின் கணிகங்களின் உள்ளமைப்பு, சுரக்கும் செல்களில் இருப்பவைகளைவிட மிகச் சிக்கலானதாக இருக்கின்றது.

7·6. பால் சுரப்பிகள் (Laticifers)

பால் சுரப்பிகள் தனிப்பட்ட செல்களாகவோ அல்லது, பல செல்கள் ஒன்று சேர்ந்த தொகுப்பாகவோ காணப்படுவதுண்டு. இவை பொதுவாக, லேடக்ஸ், (latex) என்று சொல்லப்படுகின்ற திரவத்தைப் பெற்றிருக்கின்றன. லேடக்ஸில் நுண் தூள்கள் (far tictes) போன்ற பொருள்கள் அடங்கி இருக்கின்றன. இந்த நுண் தூள்கள் போன்ற பொருள்களை, இரசாயன அடிப்படையில் ஆராய்ந்து பார்க்கும் பொழுது, அவை முக்கியமாக, இரப்பர், ரெஸின் போன்ற பொருள்களாகவும், சில சமயங்களில், புரத, தரசப் பொருள்களாகவும், டேன்னின்களாகவும், சர்க்கரைப் பொருள்களாகவும் இருக்கின்றன. ஒரு சில உதாரணங்களில் ஆல்கலாய்ட்களும் (alkaloids), பெப்பெய்ன் (papain) என்று சொல்லப்படுகின்ற என்ஸைமும் (enzyme) காணப்படுவதுண்டு. இந்தப் பால் சுரப்பிகள், உயர் வகைத் தாவரங்களின் எல்லாப் பாகங்களிலோ அல்லது, ஃபுளோயம் என்ற திசுவில் மட்டுமோ காணப்படுகின்றன. பால் சுரக்கும் செல்லில் காணப்படுகின்ற எல்லா நுண்அங்கங்களும் (organelles) ஏறக்குறைய உண்டாகி இருப்பதை எ. மை மூலம் பார்க்கலாம். பால் சுரப்பிகள் வளர்ச்சி அடைந்து கொண்டு வரும் பொழுது, செல்களுக்கிடையே இருக்கின்ற குறுக்குச் செல்லுறை சிதைவு அடைகின்றது. ஆனால், இந்தக் குறுக்குச் செல்லுறையின், விளிம்பு (rion) மட்டும், செல்லினுட்புறமாக, நிலைத்துக் காணப்படுகின்றது. இவ்வாறு ஒன்றுடன் ஒன்றிணைந்த பால் சுரக்கும் செல்கள், மேற்கொண்டு விரிவடையக்கூடும். பிறகு தொடக்க வளர்நிலைகளில் காணப்பட்ட ஸைட்டோபிளாஸ்மிக் நுண்அங்கங்களெல்லாம் சிதைவுற்றும், மறைந்தும், இறுதியில், இவற்றிற்குப் பதிலாக, பல வகையான உருளைகள் போன்ற அமைப்புகளுண்டாகின்றன. ஒரு கருத்தின்படி லேடக்ஸ் தூள்கள், (particles) சாற்றுக்குழிகளில், (vacuoles) அடங்கியிருப்பதில்லை என்றும், இவையெல்லாம், ஸைட்டோபிளாஸம் மாறுபாட்டை அடைவதனால் உண்டாகின்றனவே ஒழிய சாற்றுக்குழியின் சாற்றினுல்ல என்றும் கருதப்படுகின்றது (Southorn, 1966). இந்தத் தூள்களை மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். முதல் பிரிவு இரப்பர் ஹைட்ரோகார்பன் (rubber hydrecarbon) ஆகவும், இரண்டாவது பிரிவு மஞ்சள் நிற அமைப்புகளாகவும், மூன்றாவது பிரிவு லூடாய்ட்களாகவும் (lutoids) இருக்கின்கின்றன.

7.7 ஸ்டோமாட்டா (Stomata)

ஸ்டோமாவின் (stoma) மத்தியில் இடைவெளியும், இந்த இடைவெளிக்கு இருபக்கங்களுக்கு ஒவ்வொரு பாதுகாப்புச் செல்லும் (guard cell) பாதுகாப்புச் செல்களைச் சுற்றி துணைச் செல்களும், (subsidiary, cells) பொதுவாகக் காணப்படுகின்றன. துணைச் செல்களின் எண்ணிக்கை, அவை அமைந்திருக்கின்ற முறை ஆகியவற்றைப் பொறுத்து ஸ்டோமாட்டாக்கள் வெவ்வேறு வகையினதாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன என்பதைக்குறித்து முன்னரே, உள்ளமைப்பியலில் தெரிந்து கொண்டோம்.

ஒரு ஸ்டோமா மூடிக்கொள்வதும், திறப்பதும், பாதுகாப்புச் செல்களினால் இயக்கப்படுகின்றன. இதற்கேற்ப இவை, வெவ் வேறு வகையில், தடிப்புற்றிருந்த போதிலும், இந்தத் தடிப்புத் தன்மைகள் எவ்வாறு ஏற்படுகின்றன என்பதைக் குறித்தும், செல் களின் டர்கர் (turgor) மாற்றத்தை உண்டாக்கக்கூடிய இயக்கும் சக்தியைக் குறித்தும், இன்னும் சரிவரத் தெரியவில்லை. இருந்த போதிலும், ஸ்டோமாட்டாக்களைக் குறித்து, வியப்பை விளைவிக் கக்கூடிய அளவிற்கு பல உண்மைகள் தெரிய வருகின்றன. உதாரணமாக, முழு வளர்ச்சி அடைந்த நிலையிலும், அடையாத நிலையிலும், ஒரு ஸ்டோமாவின் பாதுகாப்புச் செல்களுக்கிடையே, சைட்டோபிளாஸ்மிக் இணைப்புகளுண்டாகின்றன (Braoun & Johnson, 1962). கிராமினி (graminae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த கோதுமைச் செடியின் பாதுகாப்புச் செல்களுக்கிடையே மட்டும் செல்லுறை உண்டாவதில்லை என்ற உண்மை அண்மையில் உறுதிப்படுத்தப் பட்டிருக்கின்றது (Pickett-Heaps & Northcote, 1966).

ஒரு விதையிலைப் பிரிவைச் சார்ந்த கிராமினி (gramineae) குடும்பத்தின் தாவர இனங்களில், ஸ்டோமா எவ்வாறு உண்டா கின்றது என்பதைக் குறித்து, இப்பொழுது ஆராய்வோம். இந்தக் குடும்பத்தில் காணப்படுகின்ற ஸ்டோமாவைப் பாராஸைட்டிக் வகை (paracytic type) என்றழைக்கின்றனர்கள். ஏனென்றால் ஒவ்வொரு ஸ்டோமாவின் பக்கத்திற்கு ஒன்றாக ஒரு துணைச் செல் (subsidiary cell) இணைப்போக்கில் அமைந்திருக்கின்றது. படத்தில் (12·7 ; 12·16) காட்டியிருப்பதுபோல், புறத்தோல் (epidermal) செல்கள் இரு சமமற்ற பகுதிகளாக, (asymmetricel) பிரிகின்றன. இதனால், பாதுகாப்புச் தாய்ச் செல்கள் (guard mother cells) உண் டாகின்றன. இவற்றைச் சுற்றி ஓரளவிற்குச் சாற்றுக் குழிகளைப் பெற்றிருக்கின்ற செல்களில் சமமற்ற முறையில் செல் பிரிதல் ஏற்படு வதனால் துணைச் செல்கள் (subsidiary cells) உண்டாகின்றன.

கடைசியில், பாதுகாப்புத் தாய்ச் செல்களில் சமமாகப் பிரிதல் ஏற்படும்பொழுது, ஸ்டோமாட்டாவின் துளையும், இரு பாதுகாப்புச் செல்களும் உண்டாகின்றன. இந்தக் கடைசியில் ஏற்படுகின்ற பிரிதல், பூர்த்தி அற்றதாக இருப்பதனால், இரு பாதுகாப்புச் செல்களின் ஸைட்டோபிளாஸம், அவற்றின் பல்புகள் போன்ற (bulbous) நுனிப் பகுதிகளில் தொடர்ச்சியுற்றுக் காணப்படுகின்றது. செல்களில் பிரிதல் ஏற்படுவதற்கு முன்பு, அவற்றில் பல நுண் குழல்கள் (microtubules) உண்டாகின்றன. செல்தட்டு (cell plate), தாய்ச் செல்லுறை (mother cell wall) யுடன் சேருகின்ற பகுதிகளில் நுண்குழல்கள் காணப்படுகின்றன. மேலும், இவை புரோஃபேஸ் (prophase) நிலை ஏற்படுவதற்கு முன்பு நன்கு புலப் படுகின்றன. அதே சமயத்தில், புரோஃபேஸ் இறுதிநிலையில், இவை கண்ணுக்குப் புலப்படாமல் மறைந்து விடுகின்றன.

பாதுகாப்புத் தாய்செல்கள் உண்டான பிறகு, இரு நூக்ளியஸ் களும், டம்பல் (tumb-bell) போன்ற அமைப்புகளாகப் பிரிகின்றன. அதே சமயத்தில், செல்லுறையில் தடிப்புத் தன்மையும் ஏற்படு கின்றது. இந்தத் தடிப்புற்ற பகுதிகளின் உதவியினால், ஸ்டோமா மூடிக்கொள்வதும், திறந்துகொள்வதும் ஏற்படுகின்றது. ஆகவே, கிராமினி (graminae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த ஒவ்வொரு தாவர இனத்திலும், அடுத்தடுத்தேற்படுகின்ற இரு சமமற்ற பிரிதல் களினாலும், இவற்றைத் தொடர்ந்து ஏற்படுகின்ற சமமான (symmetrical), ஆனால், முற்றுப் பெறாத பிரிதலினாலும், ஒவ்வொரு ஸ்டோமா ஏற்படுகின்றது.

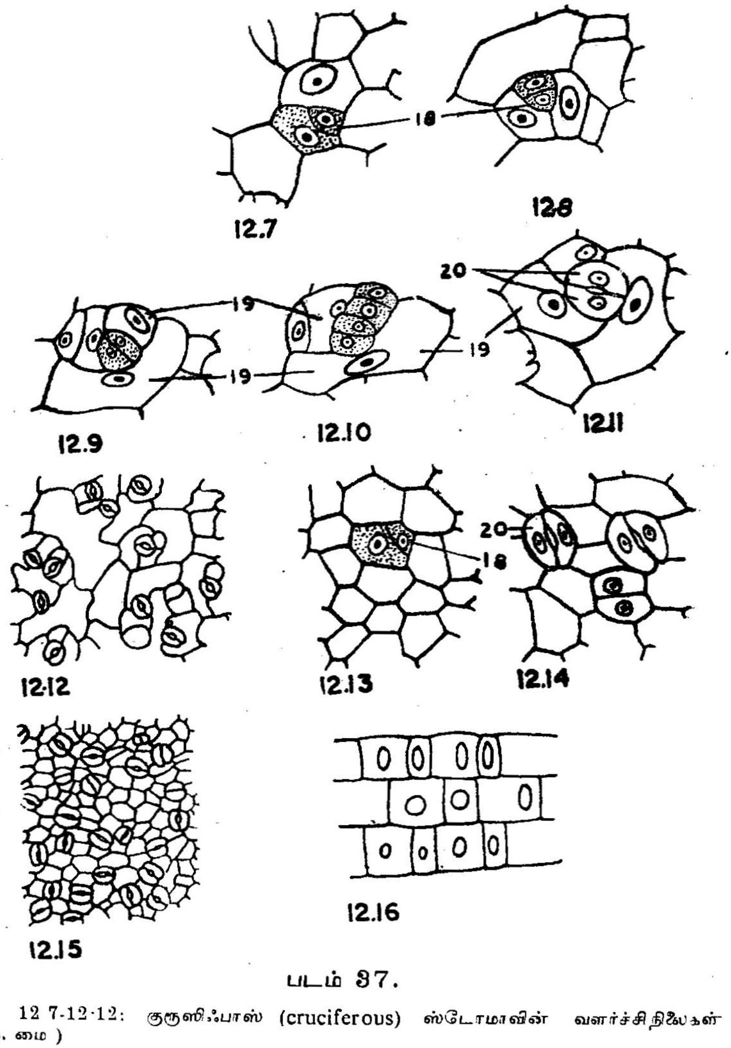
எவ்வாறு பாதுகாப்புத் தாய்ச்செல், அடுத்திருக்கின்ற துணைச் செல்களைப் பிரிதல் அடையும்படிச் செய்கின்றது என்ற உண்மை சரிவரத் தெரியவில்லை. ஆனால், இதைக் குறித்து, சில கருத்துகள் இல்லாமலில்லை. ஒரு கருத்தின்படி, நுண்குழல்கள், துணைச் செல் களில் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதிகளில் உண்டாகும்படி, பாதுகாப்புத் தாய்ச்செல்கள் செய்கின்றன. இவ்வாறு நுண்குழல்கள், துணைச் செல்களில் அமைவதற்கு ஒரு வகையான ஹார்மோன் (hormane) பாதுகாப்புத் தாய்ச் செல்களிலிருந்து வெளிச் சென்று பரவுவதனால் ஏற்படக்கூடும் என்று தெரியவருகின்றது.

இரு வித்திலைப் பிரிவைச் சார்ந்த குரூஸிஃபரி (cruciferae) குடும்பத்தில், ஸ்டோமாட்டா உண்டாகின்ற விதத்தைக் குறித்து, இப்பொழுது தெரிந்து கொள்வோம். இந்தக் குடும்பத்தின் இனங் களில் காணப்படுகின்ற, ஸ்டோமா ஒவ்வொன்றின் பாதுகாப்புச் செல்களைச் சுற்றி மூன்று துணைச் செல்கள் காணப்படுகின்றன.

(படம் 12·12) இத்த வகை ஸ்டோமா, இந்தக் குடும்பத்திற்கே உரித்தான முறையில், காணப்படுவதால், இது குருஸிக்பரஸ் வகை (cruciferons type) என்று கூறப்படுகின்றது. மேலும், இந்த வகை ஸ்டோமாவை, அனைஸோஸைட்டிக் வகை (anisocytic type) என்றும் கூறப்படுகின்றது. மூன்று துணைச் செல்களில் ஒன்று மட்டும், மற்ற இரு துணைச் செல்களைவிட அனேகமாக, பெரிதாக இருக்கும். (படம் 12-12).

ஒரு முதிர்ச்சி அடையாத இலையின் புறத்தோல் மேற்பரப்பை, மைக்ராஸ்கோப்பில் பார்க்கும் பொழுது, அதில் பல சிறிய முக்கோண அல்லது சிறிய வடிவத்திலுள்ள செல்கள் ஒவ்வொன்றும் அடர்த்தியான ஸைட்டோ பிளாஸத்தையும், ஒரே ஒரு நூக்ளியஸையும், பெற்றும் காணப்படுகின்றன. இப்படிப்பட்ட செல்கள் ஸ்டாமாட்டா தோற்றுவிகள் (stomatal initials) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. (படங்கள் 12.7; 12.8; 12.13) முதன் முதலில், இப்படிப்பட்ட புறத்தோல் செல் சமமற்ற முறையில் பிரிதல் அடைகின்றது (12.7). இதனால் உண்டாகின்ற இரு செல்களில், ஒன்று மற்றதைவிட சிறியதாகக் காணப்படுகின்றது. சிறிய செல்லை மெரிஸ்டமாய்ட் (meristamoid) என்று அழைக்கின்றனர். ஆனால், பெரிய செல் மேற்கொண்டு உருவ வேறுபாடு அடைந்து, முதல் துணைச் செல்லாக மாறுகின்றது. (படம் 12.8) பிறகு, மேலே கூறப்பட்ட மெரிஸ்டாமாய்டில், ஏற்படுகின்ற முதல் செல் பிரிதல் சமமற்ற முறையில் ஏற்படுகின்றது. இதன் மூலம், மீண்டும் சமமற்ற அளவில் இரு செல்கள் உண்டாகின்றன. இவற்றில், பெரிய செல், உருவ வேறுபாடு அடைந்து, இரண்டாவது துணைச் செல்லாக மாறுகின்ற பொழுது, சிறிய செல் மட்டும் மெரிஸ்டமாய்டாக அமைந்து செயல்படுகின்றது. (படம் 12.9) கடைசியாக, இந்த மெரிஸ்டமாய்டில், மீண்டும் சமமற்ற செல் பிரிதல் ஏற்பட்டு, ஒரு பெரிய செல்லும், ஒரு சிறிய செல்லும் உண்டாகின்றன. மேற்கூறப்பட்ட முறையில், பெரிய செல் மூன்றாவது துணைச் செல்லாக மாறுகின்றது. (படம் (12.10) இவ்வாறாக, குருஸிஃபரஸ் ஸ்டோமாவின், மூன்று துணைச் செல்களும், உண்டாகின்றன. எஞ்சியிருக்கின்ற சிறிய செல் பாதுகாப்புத் தாய்ச் செல்லாகச் செயல்பட்டு, செங்குத்தாகவும், சமமான முறையிலும், பிரிந்து இரு பாதுகாப்புச் செல்களைத் தோற்றுவிக்கின்றது. (படம் 12.11) இவ்வாறாக, ஒவ்வொரு ஸ்டோமாவின், வளர் முறையின் ஒவ்வொரு நிலையிலும், சிறிய செல் பிரிதல் அடைந்துகொண்டு வருகின்றதைக் காண்கிறோம். ஒரே ஒரு தோற்றுவியிலிருந்து, ஒரு ஸ்டோமாவின் மூன்று துணைச் செல்களும், இரு பாதுகாப்புச் செல்களும் உண்டாகின்ற வளர்ச்சி

முறையே ஸிண்டிடோகெய்லிக் வகை (Syndetocheilic type) என்று அழைக்கின்றார்கள் (Paliwal, 1966).



படம் 37.

12 7-12·12: குருஸிஃபாஸ் (cruciferous) ஸ்டோமாவின் வளர்ச்சிநிலைகள் (ஒ. மை)

12·7. புறத்தோ ஸெல்லி வேறுபடுகின்ற சமமற்ற செல் பிரிதல் இதன் மூலம் ஒரு பெரிய செல்லும் ஒரு சிறிய செல்லும் உண்டாகின்றன; சிறிய செல் மெரிஸ்டமாய்டாகவும், பெரிய செல் துணைச் ஸெல்லாகவும் செயல்படுகின்றன.

12·8. இரண்டாவது துணைச் செல்லுண்டாகின்றது.

12·9. மூன்றாவது துணைச் செல்றுண்டாகின்றது.

நிம்ஃபியேஸி (Nymphaealeae) குடும்பத்தில் ஸ்டோமாவின் வளர்ச்சி, முறை ஹேப்லோ கெய்லிக் வகையைச் (haplocheilic type) சார்ந்ததாகக் காணப்படுகின்றது. உதாரணமாக, ஒரு புறத்தோல் செல்லில், முதன் முதலில் செல் பிரிதல் சமமற்ற முறையில் ஏற்படுகின்றது. இதனால் ஒரு பெரிய செல்லும், ஒரு சிறிய செல்லும் உண்டாகின்றன. இவை இரண்டில், சிறிய செல் மட்டும், மெரிஸ்டமாய்டாக மேற்கொண்டு செயல்படுகின்றது. இந்த மெரிஸ்டமாய்ட், செல் பிரிதல் அடைந்து, இரு சமமான செல்களை உண்டாக்குகின்றன. இவைதான் ஸ்டோமாவின், இரு பாதுகாப்புச் செல்களாக மாறுகின்றன. (படங்கள் 12.3; 12.14) அதே சமயத்தில், பாதுகாப்புச் செல்களைச் சுற்றி மேற்கூறப்பட்ட வகை ஸ்டோமாட்டாவில் உள்ளதைப்போல் துணைச் செல்களென்று கூறக்கூடிய அளவிற்கு, செல்கள் உண்டாகாமல், சாதாரண புறத்தோல் செல்கள் மட்டும், காணப்படுகின்றன. இந்த வகை ஸ்டோமாவை ரானன்குலேஸியஸ் (ranungulaceous type) வகையென்றும், (படங்கள் 12.14; 12.15) அல்லது அனோமோஸைட்டிக் (anomocytic) வகை என்றும் கூறுவர். இந்த வகை வளர்ச்சி முறையில், மெரிஸ்டோமாய்ட்களினால், பாதுகாப்புச் செல்கள் மட்டும், தோற்றுவிக்கப்பட்டு, துணைச் செல்களின் தோற்றம், இவைகளுடன் சம்பந்தப்படாத காரணத்தினால், இதை, ஹேப்லோகெய்லிக் வகை (haplocheilic type) என்று அழைக்கின்றார்கள் (Guptaetal, 1968).

7.8 ஒட்டுண்ணிகளின் உறிஞ்சுறுப்பும், (Houstorium of parasites), பூச்சுண்ணிகளின் சுரக்கும் செல்களும் (Secretory cells of Insectivorous plants):

ஒரு சில ஒட்டுண்ணிகளும், பூச்சுண்ணிகளும் அவையவைகளின் பிரத்யேகமான உறுப்புகளின் மூலம் புரதப் பொருளை வெளிப்படுத்துகின்றன. இதிலிருந்து, இந்த வகையான செயலிலீடுபடுகின்ற செல்களின் உள்ளமைப்பு, புரதப் பொருளை வெளிப்படுத்துகின்ற பிராணிகளின் பான்கிரியாஸ் செல்களில் (pancreas wall)

12·10. பாதுகாப்புச் செல்றுண்டகின்ற முறை.

12.11. முழு வளர்ச்சியடைந்த ஒரு குருஸிஃபரஸ் ஸ்டோமா.

12·12. ஒரு சில குருஸிஃபரஸ் ஸ்டோமாட்டாவைப் பெற்றுள்ள புறத்தோலின் ஒருபகுதி.

12·13-12·14: ரானன்குலேஸியஸ் (Ranunculaceous) ஸ்டோமாவின் வளர்ச்சிநிலைகள் (ஒ. மை.)

12·15. ரானன் குலேஸியஸ் ஸ்டோமாட்டாவைப் பெற்றிருக்கின்ற புறத்தோலின் ஒருபகுதி (ஒ. மை)

12·16. கிராமினி gramineae) குடும்பத்தில் காணப்படுகின்ற பாராஸைட்டிக் ஸ்டோமாவின் தொடக்க வளர்ச்சி நிலை (ஒ. மை)

உள்ளது போன்ற அமைப்பைப் பெற்றிருக்கின்றன. (படம் 12.17) அதாவது, இவற்றின் செல்களில் நெருக்கமாகவும், அடர்த்தியாகவும் அமைந்திருக்கின்ற வழவழப்பற்ற எ.வ. (rough surfaced E.R.) வைக் காணலாம். ஒட்டுண்ணிகள், பூச்சுண்ணிகள் ஆகியவற்றின், உயர் நிலையடைந்த செல்கள் இந்த இயல்பை மட்டும் பெற்றிருப்பதோடல்லாமல், வேறு சில குறிப்பிடத் தக்க இயல்புகளையும் பெற்றிருக்கின்றன. உதாரணமாக, **பிங்கிகுலா உல்காரிஸ்** (Pingiucula vulgaris) என்ற பூச்சுண்ணியின் சுரப்பிகள் புரத சம்பந்தப்பட்ட என்ஸைம்களடங்கிய பெரியதும் சிறியதுமான சாற்றுக் குழிகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. மேலும், சாற்றுக் குழிகளுக்கு இடையிலும், இவற்றைச் சுற்றியும், குறிப்பாக நூக்ளியஸிற்கு அருகில் எளியதொரு அமைப்பை உடைய ஏராளமான கணிகங்கள் காணப்படுகின்றன. ஆனால், இந்த வகை கணிகங்கள் தரசமணிகளைப் பெற்றிருப்பதில்லை. இந்த வகையான தனிப்பட்ட உள்ளமைப்புகளிருந்த போதிலும், இவற்றில் சுரத்தல் ஏற்படுகின்ற முறை சரிவரத் தெரிந்துக்கொள்ள முடியவில்லை. மேலும், புரதப்பொருள்கள் வெளிப்படுவதற்கான துவாரங்களும் செல் பரப்புகளில் காணப்படுவதில்லை. ஆனால், **டிரோஸோஃபில்லும் லூஸிதானிக்கும்** (Drosophyllum lusitanicum) என்ற சுச்சுண்ணி யில் மட்டும் சுரத்தல் நிகழ்ச்சி கோல்கி அமைப்புகளுடன் சம்பந்தப்பட்டிருப்பதாகக் கருதப்படுகின்றது (Schnelf, 1960), இது போன்று **குஸ்குத்தா காம்பஸ்த்ரிஸ்** (Cuscuta Camfestris) என்ற ஒட்டுண்ணியில் கோல்கி அமைப்புகள் மட்டுமல்லாமல், மற்றும் இதுவரையிலும் கண்டுபிடிக்க முடியாத மெம்ப்ரேன்களினு லான வேறுபல அமைப்புகளும் அடங்கியிருக்கின்றன.

7.9 சூலக முடியின் மேற்பரப்புகள் (Stigmatic surfaces)

இதுகாறும் அறிந்து கொண்ட சுரத்தல்கள் கூட்டினற்ற செல் பரப்புகளின் மூலம் ஏற்படுவதாகக் கூறப்பட்டிருக்கின்றன. ஆனால் **பெத்நூணியா ஹிப்ரிடா** (Petunia shybrida) சூலக முடியில் காணப்படுகின்ற சிறுகேசங்கள் போன்ற அமைப்புகள் பெரிய அளவினை உடைய எண்ணெய்த்துளிகளைச் சுரக்கின்றன. (படம் 10.17) இருந்த போதிலும், இந்த வகையான சுரத்தல் எவ்வாறு ஏற்படுகின்றது என்று அறிந்துகொள்ள முடியவில்லை. ஏறக்குறைய 1 மைக்ரான் அளவினை உடைய எண்ணெய்த் துளிகள் சில செல்லுலோஸ் ஸெல்லுயின் வழியாகச் சென்று, செல்லுறைக்கும், கூட்டிகிலுக்கும் (cuticle) இடையே உள்ள இடைவெளியில் சென்றடைகின்றன. வேறுசில துளிகள் செல்லிடை வெளிகளைச் சென்றடைகின்றன. இவ்வாறு ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கும் பொழுது, பல இடங்களில் கூட்டிகில் கிழிக்கப்பட்டு எண்ணெய்த்

துளிகள் சூலக முடிபரப்பின்மேல் படிந்து வழிகின்றன. சூலக முடியின் மேற்பரப்பில் ஏற்படுகின்ற இது போன்ற சுரத்தல் பல வழிகளில் பயனுள்ளதாகக் கருதப்படுகின்றது. முதலாவதாக, சுரக்கப்பட்ட பொருள் சூலக முடியின் மேல்படிந்திருப்பதினால், மகரந்தத் தூள்கள் இதன்மேல் ஒட்டிக்கொள்வதற்கு வாய்ப்பேற் படுகின்றது. இரண்டாவதாக, சூலக முடிக்கும் மகரந்தத் தூள்களுக்குமிடையே ஒவ்வாத தன்மை ஏதாவது இருந்தால், இதை நிர்ணயிப்பதற்கு இந்த சுரத்தலுதவுகின்றது. மூன்றாவதாக, சுரத்தலிலிருக்கின்ற பொருள் மகரந்தத்தூளின் செல்லுறையைக் கரைத்து மகரந்தக் குழாய் உண்டாவதற்கு உதவுகின்றது. நான்காவதாக, சுரக்கப்பட்ட பொருள் கூட்டிகிலைக் கரைத்து மகரந்தக் குழாய் ஊடுருவிச் செல்வற்கு இருக்கக்கூடிய தடை நீக்குகின்றது. ஐந்தாவதாக, சுரக்கப்பட்ட பொருள் செல்லிடைப் பொருளைக் கரைக்கின்றது. இதன் காரணமாக, மகரந்தக் குழாய் புறத்தோல் வழியாக எளிதில் ஊடுருவிச் செல்வற்குப் பயன்படுவ தோடல்லாமல் இதற்கு உணவுப் பொருளாகவும் அமைகின்றது.

7.10 உப்பு சுரத்தல் (Salt secretion)

உப்பு சுரத்தல் உயர்நிலை அடைந்த செல்களினால் ஏற்படுத்தப் படுகின்றது. உதாரணமாக, கிராமினி (gramineae), தாமாரிக்கேஸி (Tamaricaceae) குடும்பங்களைச் சேர்ந்த செடிகளின் இலைகளில் உப்புச் சுரத்தல் ஏற்படுகின்றது. இந்தச் செயலைப்புரிகின்ற செல்களின் எ.மை. அமைப்பைக் குறித்து இப்பொழுது தெரிந்து கொள்வோம்.

உப்புச் சுரப்பிகளிலிருக்கின்ற செல்களை இரு தொகுப்புகளாகப் பிரிக்கலாம். உப்புச் சுரப்பிகளுக்கு உட்புறமாக சாற்றுக் குழிகளைப் பெற்றுள்ள இரு செல்களிருக்கின்றன. இவை சேர்க்கின்ற செல்கள் (collecting cells) என்றழைக்கப்படுகின்றன. இந்தச் செல்களுக்கு வெளிப்புறமாக அடர்த்தியான சைட்டோபிளாஸத் -தையும் தெளிவாகத் தெரியக்கூடிய நூக்ளியஸையும், பெற்றுள்ள ஆறு அல்லது ஆறுக்கு மேற்பட்ட செல்கள் காணப்படுகின்றன. இந்த வகையான உள்ளமைப்பைக் கொண்ட சுரப்பிகளைச் சுற்றி கூட்டிக்கில் அடுக்கு காணப்படுகின்றது. இந்தக் கூட்டிக்கிலைத் துளைத்துக்கொண்டு நான்கு துளைகள் காணப்படுகின்றன. மேலும் சுரப்பியின் அடிப்பாகத்திலும்,சேர்க்கின்ற செல்களுக்கும் சுரக்கின்ற செல்களுக்கிடைப்பட்ட பகுதியிலும் சிலுவை போன்ற கூட்டிக்கில் அமைப்பு ஒன்று தோன்றுகின்றது. ஆகவே உப்புச் சுரப்பி கூட்டிக் கிலினால் முழுவதும் சூழப்பட்டதாக இருந்தாலும், துளைகளுள்ள பகுதியிலும் சேர்க்கின்றசெல்களுக்கும் சுரக்கின்ற செல்களுக்கிடைப்

பகுதியிலும், கூட்டிகிலுண்டாவதில்லை. இந்தக் கூட்டிக்கிலற்ற பகுதியில்தான் பெரிய அளவினை உடைய பிளாஸ்மோடெஸ்மட்டா காணப்படுகின்றன. மேலும் இந்தப்பகுதியை டிரான்ஸ்ஃபூஷன் (transfusion) பகுதி என்று பொதுவாகக் கூறப்படுகின்றது. இந்தச் சுரக்கின்ற செல்கள் சாதாரண செல்களைவிட அதிக அளவில் அடர்த்தியான சைட்டோபிளாஸத்தையும், வழவழப்பற்ற எ.வ. வையும் கோல்கி அமைப்புகளையும், ஏராளமான மைட்டோக் காண்டிரியாவையும் பெற்றிருக்கின்றன. மேலும் கணிகங்கள் அனேகமாக காலியாகக் காணப்படுவதோடல்லாமல், அவை தெளிவற்ற அடுக்குகளையும் பெற்றிருக்கின்றன. ஆனால், சேர்க்கின்ற செல்களோ பெரிய சாற்றுக்குழிகளினால் நிரப்பப் பட்டிருக்கின்றன. இவைகளில் கணிகங்கள் சுரக்கின்ற செல் களிலிருப்பது போலல்லாமல், சாதாரண பசுங்கணிகங்களைத் தோற்றுவிக்கக் கூடியவைகளாக இருக்கின்றன.

இப்பொழுது சுரத்தல் எவ்வாறு ஏற்படுகின்றது என்பதைக் குறித்து தெரிந்துகொள்வோம். ஒரு சராசரி கருத்தின்படி (Thomson & Lin) சுரக்கின்ற செல்களின் சாற்றுக் குழிகளில் உப்புப்பொருள்கள் சேமிக்கப்படுகின்றன. பிறகு இவை செல்களின் வெளிப்பகுதிகளில் ஒதுங்கி, பிளாஸ்மாலெம்மாவுடன் இணைந்து கடைசியாக, பிளாஸ்மாலெம்மாவிற்கும் செல்லுறைக்கும் இடைப் பகுதியில் உப்புப் பொருள்கள் சென்றடைகின்றன. இவ்வாறாகச் சேமிக்கப்பட்ட பொருள்கள் செல்லுறையின் வழியாகவும், கூட்டிக் கிலிலுள்ள துளைகளின் மூலமாகவும் வெளியே தள்ளப்படுகின்றன. மற்றொரு சாராரின் கருத்தின்படி (Ziegler & Luttge, 1967). சுரப்பிகளின் செல்களுக்கிடையே உள்ள பிளாஸ்மாடெஸ்மட்டா உப்புப்பொருளை எடுத்துச் செல்லக்கூடிய சாதனமாக இருக் கின்றன என்பதாகும். எப்படியிருந்தபோதிலும், உப்புச் சுரத்தலைக் குறித்த முழு உண்மை இன்னும் சரிவரத் தெரிந்து கொள்ள முடியவில்லை.

7.11 பாக்டீரியா முடிச்சுச் செல்கள் (Becterial module cells)

பாக்டிரியா முடிச்சுகள் என்பவை முழு வளர்ச்சியடையாத பக்கவேர்களை மட்டுமல்லாமல், அவற்றின் செல்களும், நூக்ளியஸ் களும் விரிவடைந்து காணப்படுகின்ற நிலைகளையும், குறிப்பதாகும். முடிச்சுகளிலுள்ள செல்கள் ஹீமோகுளோபின் (haemoglobin) என்ற பொருளை உண்டாக்குகின்றன. இந்த வகையான முடிச்சுகளுண்டாவதற்கு முன்னதாக வேர்கள் தங்களுடைய சுரத்தின் மூலம் நிலத்திலுள்ள பாக்டிரியாவைத் தூண்டிவிடு கின்றன. இதன் பிறகு தூண்டப்பட்ட பாக்டிரியா இண்டோல்

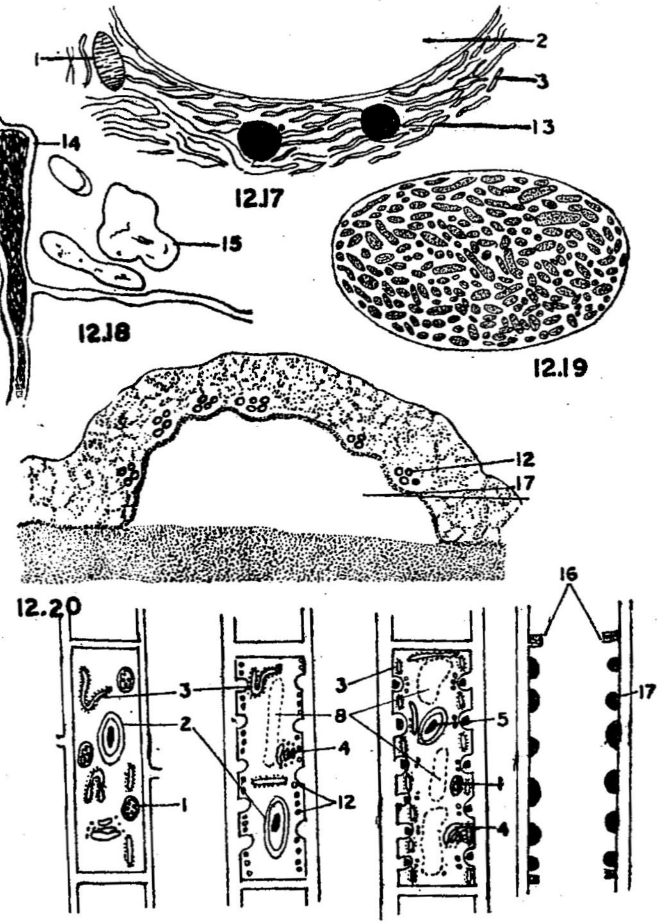
அசடிக் அமிலம் (இ.அ.அ; Indole acetie acid IAA) உண்டாக்கு கின்றன. இதன் காரணமாக வேர்த்தூவிகள் (rootpairs) சுருள் கின்றன. தொடக்கத்தில் பாக்டிரியா சுருண்ட வேர்த்தூவிகளின் மூலம் உட்செல்கின்றன, ஆனால் இவை உட்செல்கின்ற முறை சரிவரத்தெரியவில்லை. உட்புகுந்த பாக்டிரியா இழை போன்ற தொரு அமைப்பை உண்டாக்கிக் கொள்கின்றன. பிறகு இந்த இழைகள் மேன்மேலும் வளர்ச்சியடைந்து ஒரு செல்லிலிருந்து மற்றொரு செல்லிற்குச் செல்லும் பொழுது அவை கிளைத்துக் காணப்படுகின்றன. ஆனால், இந்த வகையான நிகழ்ச்சி டெட்ரப்ளாய்ட் (tetraploid) செல்களில் மட்டும் ஏற்பட்டு. இவை செல்பிரிதலடைந்து முடிச்சுகள் தோன்றுகின்றன.

இழையிலிருந்து உண்டாகின்ற பாக்டிரியா மெம்ப்ரேனினால் சூழப்பட்டிருக்கின்றன (படம் 12·18). மேலும், இவை விரிவடைந்தும், இளைத்தும் காணப்படுகின்றன. ஆனால். இவற்றில் செல் பிரிதல் ஒரு பொழுதும் ஏற்படுவதில்லை. இப்படிப்பட்ட பாக்டிரியாவை, பாக்டிராய்ட்கள் (bacteriods) என்று அழைக்கின்றார்கள் (படம் 12·19). இந்தப் பாக்டிராய்ட்கள்தான் நைட்ரோஜன் (nitrogen) சேமிப்பதில் மிகவும் சக்தி வாய்ந்தவைகள் என்று கருதப்படுகின்றன. அதே சமயத்தில் இழைகளில் அமைந்திருக்கின்றதும், எந்தவிதமான மாற்றமும் அடையாததுமான பாக்டிரியா ஒட்டுண்ணிகளாக இருந்து கடைசியில் வேர் முடிச்சு செல்களை அழித்துவிடுகின்றன.

7·12. வெஸல்களும், டிரக்கீட்களும் (Vessels and trackeids)

வளர்ச்சி மாறுபாடுகளடைந்து கொண்டு வருகின்ற வெஸல் களிலும், டிரக்கீட்களிலும், இவற்றின் பக்கத்திலிருக்கின்ற பாரங் கைமா செல்களிலிருப்பதைவிட, அதிக அளவில் கோல்கி அமைப்பு கள், காணப்படுகின்றன. இந்தக் கோல்கி அமைப்கள், செல்லுறைச் சேர்க்கை ஏற்படுத்துவதில் சம்பந்தப்பட்டிருப்பதனால். இவை அதிக அளவில் காணப்படுகின்றன என்று நம்பப்படுகின்றது.

வளர்ச்சியடைந்துகொண்டு வருகின்ற வெஸல்களிலும், டிரக் கீட்டுகளிலும் நுண்குழல்கள் (microtubules) ஏராளமாகக் காணப் படுகின்றன. இவை ஒவ்வொரு செல்லிலும் எ. வ.-விற்கு எதிரிடை யான மாற்று அமைப்பு முறையில் அமைந்திருக்கின்றன. அதாவது, நுண்குழல்கள் செல்லுறை தடிப்புகளுக்கு (thickerings) இணைப் போக்கிலமைந்திருக்கின்றன. ஆனால் இந்த அமைப்பு நிலையை அடைவதற்கு முன்பு, இவை பலவித மாறுதல்களை அடைகின்றன.



படம். 38

12·17. சுண்டெலியின் பான்கிரியாடிக் செல்லின் எ. மை. தோற்றம். இதில் ஏராளமான எ. வ. வும்; மோஜன்மணிகளும், மைட்டோக்காண்டிரியாவும் அடங்கியிருப்பதைக் காணவும்-

12·18. திரிஃபோலியும் (Jrifolinm) வேர் ரிஸோபியும் (Rhizohinin) என்ற பாக்டீரியாவினால் பாதிக்கப்படுவதினால் உண்டாகின்ற தொடக்கவிளைவு.

12·19 திரிஃபோலியும் (Jrifolium) வேர் முடிச்சில் காணப்படுகின்ற பாக்டிராய்ட்கள்

12·20. நிக்கோத்தியானாவின் (Nicot'ana) காலஸ்திசுவிலிருந்து உண்டாகின்ற ஸைலம் மூலக்கூறு. இதில் நுண்குழல்கள் செகண்டரிதடிப்புகளின் பரப்பிற்கு அருகிலும், அவற்றிற்கு இணைப்போக்கிலும் அமைந்திருப்பதைக்காணலாம்.

இப்பொழுது ஒரு வெஸலின் வளர்ச்சி முறையைக் குறித்துத் தெரிந்துகொள்வோம். இதன் வளர்ச்சி முறையில் நான்குநிலைகளடங்கியிருக்கின்றன. அவை பின்வருமாறு :

1. **முதல் நிலை :** தொடக்கத்தில், வெஸல் மெல்லிய செல்லுறையைப் பெற்றிருக்கின்றன. இந்தச் செல்லுறையை அடுத்து நுண்குழல்கள் பரவிக் காணப்படுகின்றன். இந்த நிலையிலுள்ள வெஸலில் படிகின்ற செல்லுறைப் பொருளின் அளவு, அடுத்திருக்கின்ற செல்களிலிருக்கின்றதைவிட மிகக் குறைந்த அளவில் காணப்படுகின்றது.

2. **இரண்டாவது நிலை :** வெஸலில் காணப்படுகின்ற செல்லுறை அமைப்புக்கள் இப்பொழுது தோன்ற ஆரம்பிக்கின்றன. நுண்குழல்கள் தடிப்புப்பட்டைகளுக்கு (bands of thickenings) இடைப்பட்ட பகுதிகளில் திரண்டு காணப்படுகின்றன. அதே சமயத்தில் எ.வ. ; தடிப்பு பட்டைகளுக்கு எதிராக அமைகின்றன (படம் 12·21b).

3. **மூன்றாவது நிலை :** இந்த நிலையில் செல்லுறைப் பொருள் செகண்டரி செல்லுறையின் தனிப்பட்ட பகுதிகளில் விரைவாகச் சென்றடைகின்றது. இந்த நிலையில் ஏற்படுகின்ற மாற்றந்தான் வெஸலின் அமைப்பை நிர்ணயிக்கின்றது. நுண்குழல்கள் சுருள் (spiral) அல்லது வளையம் (annular) போன்ற தடிப்பு பட்டைகளுக்கு இணைப்போக்கில் அமைந்து காணப்படுகின்றன (படம் 12·20).

4. **நான்காவது நிலை :** சைட்டோபிளாஸ்மிக் நுண் அங்கங்கள் சிதைவு அடையத் தொடங்குகின்றன. இரு வெஸல்களுக்கிடையே இருந்துவந்த குறுக்குச் செல்லுறை (transverse cell wall) சிதைவு அடைகின்றது (படம் 12·21d). மேற்கூறப்பட்ட மாற்றங்களெல்லாம் அடைந்த பிறகுதான் வெஸல் செயல்படத் தொடங்குகின்றன.

12 21. (a-d) டிரக்கியரி மூலக்கூறின் வளர்ச்சிநிலைகள். விளக்கங்களுக்குப்பாடப் பகுதியைப் பார்க்கவும்.

1. மைட்டோகாண்டிரியா ; 2. நூக்ளியஸ் ; 3. எண்டோபிளாஸ்மிக் வலை. 4. கோல்கி அமைப்பு ; 5. நூக்ளியோலூஸ் ; சைட்டோபிளாஸம். 7. செல்லுறை ; 8. சாற்றுக்குழி ; 9. சல்லடைத்துளை ; 10. பிளாஸமாட்டிக் இழை ; 11. பிளாஸ்மோடெஸ்மட்டா ; 12. நுண்குழல்கள் ; 13. சைமோஜன் மணிகள் ; 14. தொத்து இழைகள் ; 15. பாக்டிரியம் ; 16. வெஸல் திறவு ; 17. செகண்டரி தடிப்புபட்டை ; 18. மெரிஸ்டமாய்ட் ; 19. துணைச் செல் ; 20. பாதுகாப்புச்செல.

மேற்கோள் நூல்கள்

1. CLOWES, F. A. L., & JHNIPER, B. E. (1968)
   Plant Cells, pp. 546
   Balckwell Scientific Publications,
   Oxford and Edinburgh.

2. DE ROBERTIS, E. D. P., NOWINSKI, W. W. & SAEZ, F. A. (1970)
   Cell Biology pp. 555
   W. B. Saunders Company,
   Philadelphia, London, Toronto.

3. NOVIKOFF, ALEX B., & ERIC HOLTZMAN (1970)
   Cells, & Organelles, pp. 337
   Holt, Reinhart & Winston, Inc. N. Y.

4. WILSON, G. B., & MORRISON, JOHN H. (1966)
   Cytology, pp. 319
   Von Nostraad Reinhold co., N. Y.

கலைச் சொற்கள்

A

Abscission — உதிர்தல்
Absorption — உட்கிரகித்தல்
Acronematic — அக்ரோநிமாட்டிக்
Active — உயிர்புற்ற
Adenosine triphosphate (ATP) — அடினேஸின் டிரைபாஸ்ஃபேட் (அடிபா)
Aerial — காற்றுவெளி சம்பந்தப்பட்ட
Aggregation — திரள்
Airspaces — காற்றுவெளிகள்
Albuminous — ஆல்புமினஸ்
Aleurone grains — அலிரோன் மணிகள்
Algae — ஆல்ஜி
Aliphatic — அலிஃபாட்டிக்
Alkaloids — ஆல்கலாய்ட்கள்
Aminoacids — அமினே அமிலங்கள்
Amorphous — அரூப
Amyloplasts — தரசக் கணிகங்கள்
Amylphasphatase — அமில்ஃபாஸ்ஃபேட்டேஸ்
Analyzer — அனலைஸர்
Anaphase — அனஃபேஸ்
Angiosperms — ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்கள்
Anisocytic — அனைஸோஸைட்டிக்
Annual growth rings — வருடாந்திர வளர்ச்சி வட்டங்கள்
Anomocytic — அனேமோஸைட்டிக்
Antheridikm — ஆந்திரிடியம்
Anthocyanin — ஆந்தோஸயானின்
Apical cells — நுனிசெல்கள்
Apposition method — படிதல்முறை
Arabinan — அராபினன்
Arabinose — அராபினேஸ்

Area	—	பரப்பு
Aromatic	—	வாசனையுள்ள
Asymmetrical	—	சமமற்ற
Atom	—	அணு
Autoradiography	—	ஆட்டோரேடியோகிராஃபி
Auxin	—	ஆக்ஸின்
Axial	—	ஆக்ஸியல்

B

Bacteria	—	பாக்டீரியா
Balance	—	சமநிலை
Barrier	—	தடுப்பு
Bars	—	தடுப்புகள்
Base	—	பேஸ்
Basic dyes	—	பேஸிக் வண்ணங்கள்
Beaded	—	மணிபோன்ற
Biconvex	—	இருபக்கம் குவிந்த
Biochemical	—	உயிரின இரசாயன
Biology	—	உயிரியல்
Bipolar	—	இரு துருவ
Birefringent	—	பைரிஃப்ரின்ஜெண்ட்
Blepharoplast	—	பிளிஃபரோபிளாஸ்ட்
Blue grecn algae	—	நீல பச்சைநிற ஆல்ஜி
Bordered	—	வரையுற்ற
Bound	—	இணைந்த
Bridge	—	பாலம்
Brown algae	—	பழுப்புநிற ஆல்ஜி
Budding	—	மொட்டு விடுதல்
Bud scalcs	—	மொட்டு செதில்கள்
Bulbous	—	பல்பு போன்ற

C

Calcium	—	கால்ஸியம்
Calyx	—	புறஇதழ் வட்டம்
Caffeic acid	—	காஃபியிக் அமிலம்
Callose	—	கால்லோஸ்
Cambium	—	கேம்பியம்
Canals	—	கால்வாய்கள்
Cap	—	மூடி
Carbohydrates	—	சர்க்கரைப் பொருள்கள்

Carbon	—	கார்பன்
Carbondioxide	—	கரிமிலவாயு
Carotene	—	கரோட்டின்
Carotenoids	—	கரோட்டினுய்ட்கள்
Cavities	—	குழிகள்
Cell comtemts	—	ஸெல்லடக்கப் பொருள்கள்
Cell plate	—	ஸெல்லிடைத்தட்டு
Cell sap	—	செல் சாறு
Cellulose	—	செல்லுலோஸ்
Cell wall	—	செல்லுறை
Centrifugal	—	விரிமைய
Centriole	—	ஸெண்டிரியோல்
Centromere	—	ஸெண்ட்ரோமியர்
Chain	—	சங்கிலி
Chambers	—	அறைகள்
Channel	—	சாதனம்
Chitin	—	கைட்டின்
Chlorophyll	—	பச்சையம்
Chloroplasts	—	பசுங்கணிகங்கள்
Chromatin	—	குரோமாட்டின்
Chromocentres	—	குரோமோமையங்கள்
Chromatid	—	குரோமாட்டிட்
Chromatophores	—	குரோமாட்டோஃபோர்கள்
Chramoplasts	—	வண்ணக்கணிகங்கள்
Chromosomes	—	குரோமோஸோம்கள்
Cilia	—	ஸீலியா
Cine	—	ஸினிமா
Cinnamic acid	—	ஸின்னமிக் அமிலம்
Cirailatory	—	ஓட்ட
Cisternac	—	குழல்கள்
Cisternoid	—	ஸிஸ்டர்னுய்ட் அல்லது குழல் போன்ற
Clearing	—	தெளிவுபடுத்துதல்
Coagulation	—	உறைதல்
Coated	—	பூசப்பட்ட
Coll	—	சுருள்
Coichicine	—	கோல்கிஸின்
Coleotile	—	கருத்தண்டுமுறை
Collenchyma	—	கோலங்கைமா
Colloid Lal	—	கொல்லாய்டல்

Companion Cell — துணைச்செல்
Camponests — அடக்கப் பொருள்கள்
Composition — ஆக்கம்
Compression wood — அமுக்கக்கட்டை
Con centration — அடர்த்தித் தன்மை
Condensation — இறுகுதல்
Conduction — கடத்தல்; செலுத்துதல்
Confectionery — தின்பண்டங்கள்
Constituents — அடக்கப் பொருளகள்
Constriction — சுருக்கம்
Copper — தாமிரம்
Cork — கார்க்
Cortex — புறணி
Cosmetics — வாசனைப் பொருள்கள்
Cotyledons — வித்திலைகள்
Coumarin — குமாரின்
Cristae — கிரிஸ்டே
Cross walls — குறுக்கு செல்லுறை
Cruciferous — குருஸிஃபரஸ்
Crystals — படிகங்கள்
Cuticle — கூட்டிக்கில்
Cutin — கூட்டின்
Cyanide — ஸயனைட்
Cycle — சுழற்சி, சுழல் வட்டம்
Cyclic alcohols — ஸைக்லிக் சாராயங்கள்
Cyclosis — சுழல்
Cytochemical — செல்லியல் இரசாயன
Cytochrome — ஸைட்டோகுரோம்
Cytoiogy — செல்லியல்
Cytamictic channels — ஸைட்டோமிக்டிக் கால்வாய்கள்
Cytoplasm — ஸைட்டோபிளாஸம்
Cytoplasmic organelle — ஸைட்டோப்ளாஸ்மிக் நுண் அங்கங்கள்
Cytosol — ஸைட்டோஸால்
Cytotype — ஸைட்டோடைப்

D

Dark reaction — இருள் கிரியை
Daughter cell — மகளிர் செல்

Dehydration	—	நீர் அகற்றுதல்
Density	—	அடர்த்தி தன்மை
Deoxycholate	—	டிஆக்ஸிகோலேட்
Deoxyribose	—	டிஆக்ஸிரிபோஸ்
Deposition	—	படிதல்
Derivatives	—	தோன்றல்கள்
D-galactose	—	டி-காலக்டோஸ்
Dicentric	—	டைஸெண்டிரிக்
Dictyosones	—	டிக்டியோஸோம்கள்
Differential	—	வகையீட்டு
Differentiation	—	வளர்ச்சிமாற்றம்
Differentiating	—	வளர்ச்சி மாற்றமடைகின்ற
Diffision	—	பரவல்
Dimension	—	பருமானம் அல்லது அளவு
Diploid	—	டிப்லாய்ட்
Disc	—	தட்டு
Dissolved substances	—	கரைபொருள்கள்
Division	—	செல்பிரிதல்
D-mannose	—	டி-மான்னோஸ்
DNA	—	டிநாஅ
Double membrane	—	இரட்டிப்பு மெம்ப்ரேன்
Drainage	—	அகற்றுதல்
Dumb bell	—	டம்பல்
Dynamic	—	வலிமையுள்ள
D-xylose	—	டிஸைலோஸ்

E

Ectodesmata	—	எக்டோடெஸ்மட்டா
Ectoplast	—	எக்டோபிளாஸ்ட்
Egg	—	முட்டை
Elaioplasts	—	எண்ணெய்க் கணிகங்கள்
Elasticity	—	நெகிழ்திறம்
Electron dense	—	எலக்ட்ரான் அடர்த்தி
Eiectron microscope (EM)	—	எலக்ரான் மைக்ரோஸ்கோப் (எ. மை.)
Electrostatic	—	எலக்ட்ரோஸ்டேடிக்
Elements	—	கூறுகள்
Elementary	—	அடிப்படை
Ellipsoid	—	எலிப்ஸாய்ட்
Elliptical	—	எலிப்டிக்கல்

Elaryation	—	நீள்போக்கு வளர்ச்சி
Embedded pyrenoid	—	புதைந்த பைரினுய்ட்
Emhedding	—	பொருத்துதல்
Emfryosac	—	கருப்பை
Emulsion	—	எமல்ஷன்
Enchylema	—	என்கைலீமா
Endogenous	—	உள் தோன்றிய
End oplasmic reticulum (ER)	—	எண்டோபிளாஸ்மிக்வலை (எ. வ.)
End synthesis	—	நுனிச்சேர்க்கை
Envelope	—	உறை
Enzymes	—	என்சைம்கள்
Epidermis	—	புறத்தோல்
Equatorial	—	மையதளம்
Ergastoplasm	—	எர்காஸ்டோபிளாஸம்
Erythrocytes	—	எரித்ரோசைட்டுகள்
Esters	—	எஸ்டர்கள்
Eucarqotes	—	யூகேரியோட்டுகள்
Euchromatin	—	யூகுரோமாட்டின்
Evaginate	—	இழுத்தல்
Exine	—	எக்சைன்
Exogenous	—	வெளித்தோன்றிய
Expansion	—	விரிவடைதல்
External	—	புற
Extracellular	—	செல்லின் வெளிப்புற

F

Face	—	பக்கம்
Factors	—	காரணிகள்
Families	—	குடும்பங்கள்
Fat	—	கொழுப்பு
Fatty acids	—	கொழுப்பு அமிலங்கள்
Felt	—	கம்பளி இழை
Fencstrated	—	துளைகளை உடைய
Ferulic acid	—	ஃபெருலிக் அமிலம்
Feulgen procedure	—	ஃபாய்ல்ஜன்முறை
Fibre	—	நார்த்திசு; நார்ச்செல்கள்
Eibril	—	நுண்நார்
Filament	—	இழை
Filamentous	—	நூல் அல்லது இழைபோன்ற

Fixation	—	நிலைநிறுத்தல்
Flagellate	—	ஃபிலஜெல்லேட்
Flagellum	—	ஃபிலஜெல்லம்
Flai sacs	—	தட்டையானபைகள்
Flavanoids	—	ஃபிலாவனாய்ட்கள்
Fiourescent	—	ஃபுளோரஸண்ட்
Formaldehyde	—	ஃபார்மால்டிஹைட்
Forming	—	தோன்றிக்கொண்டிருக்கின்ற
Fraction	—	கூறு
Fractionation	—	தனிப்படுத்துதல் ; கூறுபடுத்துதல்
Fragments	—	கூறுகள்
Fragmentation	—	கூறுபடுத்துதல்
Framework substances	—	வரைப்பொருள்கள்
Free	—	சுயேச்சையாக
Function	—	செயல்
Fusiform	—	ஃபூசிபாரம்
Fusim	—	இணைதல்; கலப்பு

G

Galactose	—	காலெக்டோஸ்
Galactomannan	—	காலெக்டோமன்னன்
Galacturonic acid	—	காலெக்ட்யூரோனிக் அமிலம்
Gama rays	—	காமா ஒளிக்கதிர்கள்
Gametes	—	கேமீட்டுகள்
Gas	—	வாயு
Gel	—	ஜெல்
Gelatinous	—	ஜெலாட்டினஸ்
Gene	—	ஜீன்
Genera	—	பேரினங்கள்
Generative	—	ஜெனரேடில் ; தோற்றுவிக்கக் கூடிய
Genetics	—	பாரம்பரிய இயல்
Gibberellin	—	கிப்பரிலின்
Gibberellic acid	—	கிப்பரிலிக் அமிலம்
Girdle	—	சூழ்வட்டம்
Glands	—	சுரப்பிகள்
Glidiny growth	—	நழுவும் வளர்ச்சி
Glotales	—	துளிகள்
Glucose	—	குளுக்கோஸ்

Glutaralodhyde	—	குளுட்டிரல்டிஹைட்
Golgibody	—	கோல்கி அமைப்பு
Granular	—	நுண்தூண்கள்போன்ற
Graph	—	வரைகோடு படம்
Grass	—	புல்
Gravity	—	புவிஈர்ப்பு விசை
Growtn	—	வளர்ச்சி
Guard cells	—	பாதுகாப்புச் செல்கள்
Gum	—	பசை
Gymnosperms	—	ஜிம்னோஸ்பர்ம்கள்

H

Haplocheiilic	—	ஹாப்லோகெய்லிக்
Haploid	—	ஹப்லாய்ட்
Haptonema	—	ஹாப்டோனீமா
Haustoria	—	உறிஞ்சுறுப்புகள்
Helix	—	சுருள்
Hemicellulose	—	ஹெமிசெல்லுலோஸ்
Hemisphere	—	அரைவட்டம்
Heterochromatin	—	ஹீட்டிரோகுரோமாட்டின்
Hexayonal	—	அறுகோண அல்லது பக்க
Higher plants	—	உயர்வகைத் தாவரங்கள்
Histone	—	ஹிஸ்டோன்
Hole	—	துவாரம்
Homogenates	—	ஒன்ருக்கப்பட்டவை
Homogeneous	—	ஒருதரப்பட்ட
Homogenization	—	ஒன்ருக்குதல்
Hormone	—	ஹார்மோன்
Host cells	—	ஓம்பு செல்கள்
Hyoloplasm	—	ஹயாலோபிளாஸம்
Hybridization	—	
Hydathodes	—	நீர் சுரப்பிகள்
Hydrocarbon	—	ஹைட்ரோகார்பன்
Hydrogen	—	ஹைட்ரோஜன்
Hydrolytic	—	ஹைட்ராலிட்டிக்
Hydroprhilic	—	நீர் ஈர்க்கின்ற
Hpdropholic	—	நீர் தவிர்க்கின்ற
Hydroxy	—	ஹைட்ராக்ஸி

I

Image — உருவம்
Impulse — உணர்ச்சி
Incipient — தொடக்கநிலை
Inclusion — உட்பொருள்
Incrusting — ஊடுருவுகின்ற
Indole acetic acid (IAA) — இன்டோல் அசிடிக் அமிலம் (இஅஅ)
Interity — ஒன்றுபட்ட தொகுப்பு
Initials — தோற்றுவிகள்
Initiating — தோற்றுவிக்கும்
Inorganic — அனங்கக
Insectivorous pants — பூச்சுண்ணிகள்
Insolnble — கரையாத
Intine — இன்டைன்
Intercellular — செல்லிடைப்பட்ட
Interference — குறுக்கிடும்
Internal — அக
Internal Coiling — உட்சுருள்
Interphase — இடைநிலை
Inter positional growth — இடைநிலைப்பட்ட வளர்ச்சி
Intensive growth — நுழைவு வளர்ச்சி
Intussusception method — இடைச்செருகல் முறை
Invagination — உள்ளிழுத்தல்
Ions — அயான்கள்
Iron — இரும்பு
Islands of synthesis — சேர்க்கைத்தீவு
Isodiametric — சமஅளவு
Isotope — ஓரகத்தனிமம்

K

Ketones — கீட்டோன்கள்
Kinetochore — கினிடோக்கோர்
Kinetosome — கினிடோசோம்

L

Labib — நிலைமாற்றமடையக்கூடி
Lamellae — நுண் அடுக்குகள்
Lampbrush — விளக்குபிரஷ்

L-arabinose	—	லெ-அரபினோஸ்
Lateral	—	பக்க
Latex	—	லேடக்ஸ்
Laticifers	—	பால்சுரப்பிகள்
Laycrs	—	அடுக்குகள்
Lead	—	ஈயம்
Lead phosphate	—	ஈயபாஸ்ஃபேட்
Lead sulphide	—	ஈயஸல்ஃபைட்
Lens	—	லென்ஸ்
Light line	—	வெளிர்க்கோடு
Light microscope	—	ஒளிமைக்ரோஸ்கோப்
Light reaction	—	ஒளிக்கிரியை
Lignin	—	லிக்னின்
Lipids	—	லிப்பிட்கள்
Lipoprotein	—	லிப்போபுரதம்
Lobed	—	லோப்ட்
Lomasomes	—	லோமாஸோம்கள்
Longitudinal	—	நீளப்போக்கு
Lumen	—	செல்லறை
Lutoids	—	லூட்டாய்ட்கள்
Lysosomes	—	லைஸோஸோம்கள்

M

Maceration technique	—	பிரிவுறுத்தல் முறை
Macrofibril	—	மேக்ரோஃபைப்ரில்
Macromolecules	—	பெரிய பரமாணுக்கள்
Magnetic	—	காந்தத்தன்மை உடைய
Mammalian	—	பாலூட்டி
Margo	—	மார்கோ
Matrix	—	அடிப்படைப் பொருள்
Maturing	—	முதிர்ச்சி அடைந்து கொண்டிருக்கின்ற
Medium	—	மூலம்; ஊடுபொருள்
Meiosis	—	மெய்யோஸிஸ்
Melting temperature	—	உருகு நிலை
Membrane	—	மெம்ப்ரேன்
Meristem	—	ஆக்குத்திசு
Meristemoid	—	மெரிஸ்டமாய்ட்
Mesophyll	—	இலை இடைத்திசு

Messenger	—	தூது
Metabolic	—	வளர்சிதை
Metabolism	—	வளர்சிதை மாற்றம்
Metaphase	—	மெட்டாஃபேஸ்
Methods	—	முறைகள்; வழிகள்
Methyl cytosine	—	மித்தைல்சைட்டோஸின்
Micronuclelus	—	நுண் நூக்ளியோலூஸ்
Micro organisms	—	நுண் உயிரினங்கள்
Microscopy	—	மைக்ரோஸ்கோப்பியல்
Microsome	—	மைக்ரோஸோம்
Microspectrophatometry	—	மைக்ரோஸ்பக்ட்ரோ ஃபோடே மெட்ரி
Microspore	—	மைக்ரோஸ்போர்
Microtome	—	மைரோடோம்
Microtubule	—	நுண்குழல்
Mictoplasm	—	மிக்டோபிளாஸம்
Middle lamella	—	நடு அடுக்கு
Millimicron	—	மில்லிமைக்ரான்
Million	—	மில்லியன்
Mitochandria	—	மைட்டோக்காண்டிரியா
Mitosis	—	மைட்டோஸிஸ்
Model	—	அனுமானம்
Molecules	—	பரமாணுக்கள்
Molecular weight	—	பரமாணு எடை
Monocotyledon	—	ஒரு வித்திலை
Monosomic	—	மோனோஸோமிக்
Mosaic	—	மொஸெய்க்
Mother cell	—	தாய்ச்செல்
Moulds	—	மோல்டுகள்
Mouse	—	சுண்டெலி
Mucilage	—	மூஸிலேஜ்
Multinet	—	பல்வலை

N

Nacre'	—	நாக்ரே
Nanometre (N. M.)	—	நானோமீட்டர் (நா. மீ.)
Nectaries	—	தேன் சுரப்பிகள்
Negative	—	எதிர்மறைப் பதிவு
Neutral	—	நடுநிலை
Nitrogen	—	ஹைட்ரோஜன்

Nodule — முடிச்சு
Normal — சாதாரண
Nucleic acids — நூக்ளியஸ் அமிலங்கள்
Nucleolonema — நூக்ளியோலோனீமா
Nucleus — நூக்ளியஸ்
Nucleolus — நூக்ளியோலூஸ்
Nucleoplasm — நூக்ளியோபிளாஸம்
Number — எண்ணிக்கை

O

Oil — எண்ணெய்
Optical staining — ஒளிக்கதிர் சாயப்படுத்தல்
Organ — அங்கம்
Organelle — நுண் அங்கம்
Organic — அங்கக
Organism — உயிரினம்
Organizer — ஆர்கனைஸர்
Orientation — ஒட்ட அமைப்பு
Origin — தோற்றம்
Osmium tetroxide — ஆஸ்மியம்டெட்ராக்ஸைட்
Osmosis — சவ்வூடு பரவுதல்
Oxygen — பிராணவாயு
Owl — ஆந்தை

P

Palisate — பாலிஸேட்
Papain — பெப்பெய்ன்
Paraffin — பாரஃபின்
Paramylum — பாரா அமிலம்
Parallel — இணைப்போக்கு
Paramurel — பாராமூரல்
Parietal — சுவரொட்டிய
Paranemic — பாரானீமிக்
Pararosaniline — பாராரோஸாஅனிலின்
Parasite — ஒட்டுண்ணி
Parenchyma — பாரங்கைமா
Parsamorpha — அருபபகுதி
Particles — நுண்தூள்கள்
Passive — உயிர்பற்ற

Pea — பட்டாணி
Pectic acid — பெக்டிக் அமிலம்
Pectic compounds — பெக்டிக் கூட்டுப் பொருள்கள்
Pectin — பெக்டின்
Pekicels — பூக்காம்புகள்
Pellets — உருண்டைகள்
Pentagenal — ஐந்துகோண அல்லது பக்க
Periderm — பெரிடெர்ம்
Permanganate — பர்மாங்கனேட்
Permeability — ஊடுபரவுகல்
Permease — பர்மியேஸ்
Petals — அகஇதழ்கள்
Petioles — இலைக் காம்புகள்
P-Coumaric acid — பாரா-குமாரிக் அமிலம்
Phagocytosis — ஃபேகோஸைட்டோஸிங்
Phase — ஃபேஸ்
Phase contrast — ஃபேஸ்காண்ட்ராஸ்ட்
Phenylalanine — ஃபினைல்அலானின்
Pheny lalaninede aminase — ஃபினைல் அயானின்டி அமினேஸ்
Phenyllactic acid — ஃபினைல்லேக்டிக் அமிலம்
Phenylpyruvic — ஃபினைல்பைரூவிக்
Phlobaphenes — ஃபுளோபா ஃபீன்கள்
Phosphate — ஃபாஸ்ஃபேட்
Phospholipids — ஃபாஸ்ஃபோலிப்பிட்கள்
Phosphorus — ஃபாஸ்ஃபரஸ்
Phosphatase — ஃபாஸ்ஃபட்டேஸ்
Phosphotungstic acid — ஃபாஸ்ஃபோடங்ஸ்டிக் அமிலம்
Phloem — ஃபுளோயம்
Photographic — நிழறுருவ
Phragmosomes — ஃபிராக்மோஸோம்கள்
Phragmoplast — ஃபிராக்மோபிளாஸ்ட்
P-hydroxylactic acid — பாரா-ஹைட்ராக்ஸி லாக்டிக் அமிலம்
P-hydroxyphenylpyruvic acid — பாரா-ஹைட்ராக்ஸி ஃபினைல் பைரூவிக் அமிலம்
Physical — பௌதீக
Physiology — வாழ்வியல்
Phytoferrin — ஃபைட்டோஃபெர்ரின்
Pleuronematic — பிலிரோ நீமாட்டிக்

Pinocytosis — பீனோசைட்டோஸிஸ்
Pith — பித்
Pits — குழிகள்
Plasmalemma — பிளாஸ்மாலெம்மா
Plasmalemmasome — பிளாஸ்மாலெம்மாஸோம்
Plasmodesmata — பிளாஸ்மோடெஸ்மட்டா
Plasmolysis — பிளாஸ்மோலிஸிஸ்
Plastic — நெகிழ்கின்ற தன்மை
Plectonemic — பிலக்டோனீமிக்
Ply — அடுக்கு
Plano convex — ஒரு பக்கம் குவிந்த
Plastids — கணிகங்கள்
Plug — அடைப்பு
Polarizer — போலரைஸர்
Polarized light — போலரைஸ்ட் ஒளி
Pole — துருவம்; நுனி
Pollengrain — மகரந்தத்தூள்
Pollentube — மகரந்தக்குழாய்
Polycentric — பாலிசெண்டிரிக்
Polyhedra — பலபக்க
Polyhydroxyphenolic — பாலிஹைட்ராக்ஸி ஃபினோலிக்
Polyploid — பாலிப்ளாய்ட்
Polysaccharide — பாலிஸாக்கரைட்
Polysomes — பாலிஸோம்கள்
Pool — தேக்கம்
Population — திரள்
Pores — துவாரங்கள் ; நுண்துளைகள்
Potassium — பொட்டாஸியம்
Precipitate — வீழ்படிவு
Precursors — முன்னோடிகள்
Preprophase — புரோஃபேஸின் முற் பட்ட நிலை
Pressure — அமுக்கம்
Prevacuolar — சாற்றுக்குழி முன்னோடியான
Primary — பிரைமரி
Problem — பிரச்சனை
Procaryotes — புரோக்கேரியோட்டுகள்
Process — நிகழ்ச்சி
Projecting pyrenoid — புறநிலை பைரினொய்ட்
Prolamella — அடுக்கு முன்னோடி
Prophase — புரோஃபேஸ்

Proplastids	—	புரோக்கணிகள்கள்
Protamine	—	புரோட்டாமைன்
Protein	—	புரதம்
Proteinoplasts	—	புரதக்கணிகங்கள்
Protopectin	—	புரோட்டோபெக்டின்
Protoplasm	—	பரோட்டோபிளாஸம்
Pungenin	—	புஞ்ஜனின்
Pyrenoids	—	பைரிணுய்ட்கள்

Q

Quadrilateral	—	நான்குகோண அல்லது பக்க
Quantosomes	—	குவான்டோஸோம்கள்
Quiescent	—	அமைதியுற்ற

R

Radial	—	ஆரப்போக்கு
Radioactive	—	கதிரியக்கமுடைய
Raunnculaceous	—	ரானன்குலேஸியஸ்
Reaction	—	கிரியை
Reaction wood	—	கிரியைக்கட்டை
Red blood cells	—	சிகப்பு இரத்த அணுக்கள்
Refractive index	—	விலகல் எண்
Relational	—	சார்புற்ற
Replication	—	இரட்டித்தல்
Reproduction	—	இனப்பெருக்கம்
Resin	—	ரெஸின்
Resolving power	—	வெளிப்படுத்தும் சக்தி
Resting phase	—	ஓப்பு நிலை
Revolution	—	சுழற்சி
Ribbon	—	ரிப்பன்
Ribonuclease	—	ரிபோநூக்ளியேஸ்
Ribonucleic acid	—	ரிபோநூக்ளியஸ் அமிலம்
Ribonucleo protein	—	ரிபோநூக்ளியஸ்புரதம்
Ribosomes	—	ரிபோஸோம்கள்
Rim	—	ளிளிம்பு
RNA	—	ரிநூஅ
Rod	—	குக்சி
Role	—	செயல்
Root hairs	—	வேர்த்தூவிகள்

Rotary — சுடிலும்
Rough — வழவழப்பற்ற
Rubber — ரப்பர்
Rutin — ருட்டின்
Sacs — நுண்பைகள்

S

Sacs — நுண்பைகள்
Sap — சாறு
Satellite — ஸேட்டலைட்
Saturated — செறிவி
Scanning electronmicroscope (SEM) — ஸ்கான்னிங் எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப் (ஸ்எமை)
Sclereids — தடிப்புற்ற செல்கள்
Sclerenchyme — ஸ்கிலரங்கமா
Screen — திரை
Secondary — செகண்டரி
Secretion — சுரத்தல்
Sections — செக்ஷன்கள்
Self reproduction — தன் பெருக்கம்
Semipermeoble — ஒரு கூறுபுகவிடும்
Senescence — தளர்ச்சி நிலை
Set — செட்
Sheets — விரிப்புகள்
Shortening — குறைவுறுதல்
Sieve areas — சல்லடைப் பரப்புகள்
Sieve cells — சல்லடை செல்கள்
Sieve clements — சல்லடை மூலக் கூறுகள்
Sieve plate — சல்லடைத்தட்டு
Sieve tube — சல்லடைச்குழாய்
Sigmoid — ஸிக்மாய்ட்
Silica — ஸிலிகா
Silver grains — வெள்ளிமணிகள்
Silver nitrate — ஸில்வர் நைட்ரேட்
Silver salts — வெள்ளி உப்புகள்
Simple pits — எளிய குழிகள்
Sinapic acid — ஸினைப்பிக் அமிலம்
Sledge — ஸ்லட்ஜ்
Slide — கண்ணுடித்துண்டு
Sliding grcwth — நழுவும் வளர்ச்சி

Slime	—	ஸ்லைம்
Slime bodies	—	ஸ்லைம் அமைப்புகள்
Slime plugs	—	ஸ்லைம் அடைப்புகள்
Slime strands	—	ஸ்லைம் இழைகள்
Smooth	—	வழவழப்பற்ற
Sodium	—	ஸோடியம்
Solution	—	கரைசல்
Solvent	—	கரைப்பான்
Somatic	—	ஸொமாட்டிக்
Space	—	வெளி
Specialized	—	உயர் அல்லது உன்னத நிலை
Species	—	சிற்றினம்
Sperm	—	விந்து
Spherical	—	உருண்டையான
Spheroids	—	நுண்கோளங்கள்
Spindle	—	கதிர்கோல்
Spiral	—	சுருள்
Sporelings	—	ஸ்போர்லிங்குகள்
Spores	—	ஸ்போர்கள்
Sporopolenin	—	ஸ்போரேபொல்லினின்
Spots	—	புள்ளிகள்
Spheerosomes	—	ஸ்ஃபீரோஸோம்கள்
Staining	—	சாயமூட்டுதல்
Starch grain	—	தரசமணிகள்
Starch sheath	—	தரசஉறை
Stele	—	ஸ்டீல்
Steroids	—	ஸ்டீராய்ட்கள்
Stigma	—	கீலாக்ரகம் ; சூலகமுடி
Stomata	—	ஸ்டோமாட்டா ; இலைத்துவாரங்கள்
Storage	—	சேமிப்பு
Strand	—	இழை
Streaming	—	ஓட்டம்
Stroma	—	ஸ்ட்ரோமா
Structure	—	அமைப்பு
Style	—	கீலகம்
Suberin	—	ஸூபரின்
Subfraction	—	உபகூறு
Subsidiary cells	—	துணைச்செல்கள்
Substomatal	—	இலைத்துவாரங்களினுட் புற

Substructure	—	உப உள்ளமைப்பு
Sublimits	—	உப கூறுகள்
Sulphur	—	கந்தகம்
Surface	—	பரப்பு
Surfacetension	—	மேற்பரப்பு விரைப்பு
Suspension	—	தொங்கல் நிலை
Symmetricel	—	சமமான
Symplastic growth	—	ஒத்த வளர்ச்சி
Synapsis	—	ஸினேப்ஸில்
Synaptinemal	—	ஸினேப்டினீமல்
Syndetocheilic	—	ஸிண்டிடோகெய்லிக்
Synthesis	—	சேர்க்கை

T

Tannin	—	டேன்னின்
Tapetum	—	டெப்பீட்டம்
Technique	—	செயல் முறை
Television	—	டெலிவிஷன்
Talophase	—	டீலோஃபேஸ்
Tension wood	—	இறுக்கக்கட்டை
Terpenoids	—	டெர்ப்பீனொய்ட்கள்
Tertiary	—	டெர்ஷியரி
Testa	—	விதைஉறை
Tetrakaidecohedron	—	டெட்ராக்கெய்டெக்கா ஷெட்ரான்
Texture	—	டெக்சர்
Thallus	—	தால்லஸ்
Thickening	—	தடிப்புறுதல்
Thickness	—	தடிப்புத்தன்மை
Thixotropism	—	திக்ஸோடிரோப்பிஸம்
Three dimensional	—	முப்பக்க
Thylakoids	—	தைலக்காய்ட்கள்
Timber	—	மரத்துண்டு
Tinsel	—	டின்ஸல்
Tip growth	—	நுனி வளர்ச்சி
Tissue	—	திசு
Tonoplast	—	சாற்றுக்குழி உறை
Torus	—	டோரஸ்
Tracheid	—	டிரக்கீட்

Transcellular — செல்லிடை
Translocation — கடத்தல்
Transpiration — நீர்ப்போக்கு
Transverse — குறுக்கு
Trichoblast — டிரைக்கோபிளாஸ்ட்
Trisomic — டிரைஸோமிக்
Tritium — டிரிட்டியம்
Tubules — நுண்குழல்கள்
Tungsten — டங்ஸ்டன்
Turgur — டர்கர்
Turgur pressure — டர்கர் அழுக்கம்
Tyrosine — டைரோஸின்
Tyrosinase — டைரோஸினேஸ்

U

Ubisch bodies — ஊபிஸ்க் அமைப்புகள்
Ultraviolet — அல்ட்ராவயலட்
Undulipodium — உண்டுலிபோடியம்
Unicellular — ஒரு செல்லினாலான
Unit — கூறு
Unit membrane — மெம்ப்ரேன் கூறு
Unsaturated — செறிவியல்லாத
Unspecialized — உயர்நிலை அடையாத
Uranium — உரானியம்
Uronids — ஊரோனிட்கள்
Ursolic acid — உர்ஸோலிக் அமிலம்

V

Vacuole — சாற்றுக்குழி
Vacuum — சூன்யம்
Vacuolation — சாற்றுக்குழித்தன்மை
Varnish — வார்னிஷ்
Vascular — வாங்குலார்
Vascular tissue — வாங்குலார்த்திசு

Vegetative	—	வெஜிகேட்டிவ்
Vesicles	—	குடுக்கைகள் ; குமிழிகள்
Vessel	—	வெஸல்
Virus	—	வீரூஸ்
Viscosity	—	நெய்ப்பு
Volume	—	கனபரிமாணம்

W

Wall	—	செல்லுறை
Warts	—	முட்கள்
Wax	—	மெழுகு
Whiplash	—	சாட்டை

X

Xanthophyll	—	ஸாந்தோஃபில்
Xylan	—	ஸைலான்
Xylem	—	ஸைலம்
Xylose	—	ஸைலோஸ்

நீட்டல் அளவு கூறுகள்
Units of length

கீழ் கொடுக்கப்பட்டவை மீட்டரின் உப அலகுகளாகக் குறிக்கப்பட்டவை. இந்த அளவு வகைகள் தான் உலகம் பூராவும் எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பிஸ்ட்களினால் ஒத்துக் கொள்ளப்பட்டவையாகும்.

அவையாவன :

1 m (metre)	—	மீ (மீட்டர்)
10^{-3} m (mm) millimetre	—	மிமீ (மில்லிமீட்டர்)
10^{-6} m (μm) micron	—	மை (மைக்ரான்)
10^{-9} m (nm) nanometre	—	நாமீ (நானோமீட்டர்)
= 10 Angstrom units	—	10 ஆங்க்ஸ்ட்ரோம் அலகுகள்
= 1 millimicron	—	1 மில்லிமைக்ரான்
10^{-12} m (pm) picometre	—	பிமீ (பிக்கோமீட்டர்)
= micromicron ($\mu\mu$)	—	மைமை (மைக்ரோமைக்ரான்)